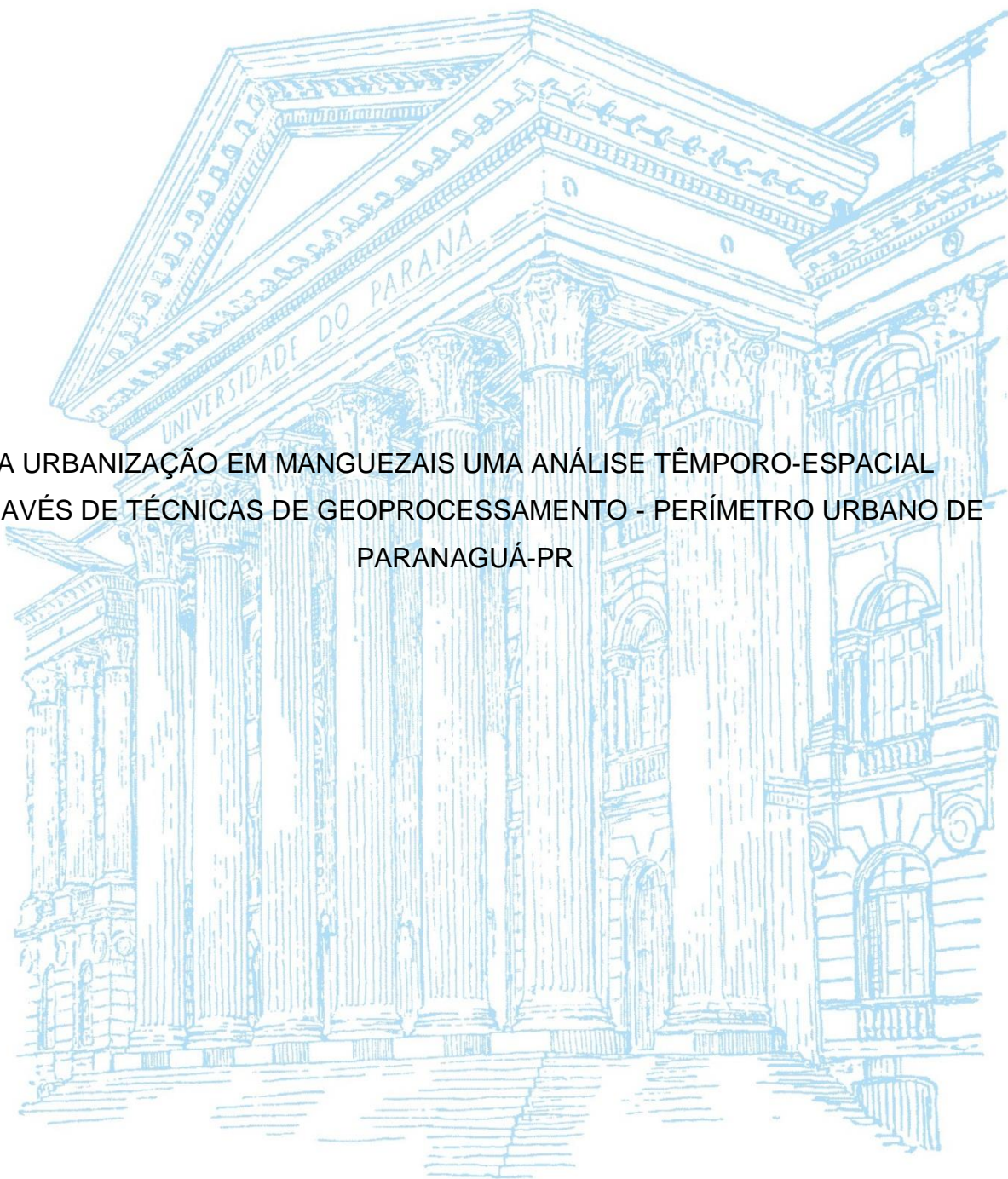


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KLÉBER VITAL MANSKE

A URBANIZAÇÃO EM MANGUEZAIS UMA ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL
ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO - PERÍMETRO URBANO DE
PARANAGUÁ-PR



CURITIBA

2014

KLÉBER VITAL MANSKE

A URBANIZAÇÃO EM MANGUEZAIS UMA ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL
ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO - PERÍMETRO
URBANO DE PARANAGUÁ-PR

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia, no Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Dr^a Sony Cortese Caneparo

CURITIBA

2014



MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR CIÊNCIAS DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia reuniram-se para a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo (a) candidato (a) **KLÉBER VITAL MANSKE** intitulada "**A URBANIZAÇÃO EM MANGUEZAIS: UMA ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ - PARANÁ**", para obtenção do grau de Mestre em Geografia, do Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná Área de Concentração Espaço, Sociedade e Ambiente, Linha de Pesquisa Paisagem e Análise Ambiental.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o (a) candidato (a), são de parecer pela APROVAÇÃO da Dissertação.

Curitiba, 28 de abril de 2014.

Nome e Assinatura da Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Sony Cortese Caneparo - orientadora

Prof. Dr. Donizeti Antonio Giusti – Depto Geologia/UFPR

Prof. Dr. Everton Passos - PPGGEO/UFPR

RESUMO

A importância de estudos que visam contribuir com técnicas que podem ser utilizadas para a prevenção, ou fiscalização de áreas ambientais fica evidenciados neste trabalho, com o devido conhecimento sobre a legislação e processos que formaram o território da área urbana do município de Paranaguá, permite entender o atual estado do município e seus aspectos socioeconômicos. A ação antrópica sobre o meio ambiente é um tema discutido em diversas esferas do conhecimento e diversas linhas de pesquisas, pois em sua maioria degrada os recursos naturais, assim como os ecossistemas dos locais onde ocorre. Como o ser humano para sua sobrevivência exerce pressão sobre o ambiente, tornam-se necessários estudos que avaliem tal ação. O manguezal é uma destas áreas muito afetadas pelo ser humano, devido a sua localização e fácil acesso. A presente pesquisa visa analisar a dinâmica tempo-espacial e socioambiental no ecossistema manguezal do perímetro urbano de Paranaguá – Paraná para os anos de 1962, 1980, 1996 e 2009, com a utilização de rotinas de análise espacial do Sistema de Informações Geográficas, bem como, através de modelagem preditiva, presumir para o ano de 2023, se ocorrerá ou não o avanço da antropização sobre de tal ecossistema. Serão gerados mapas que possibilitarão observar de que forma ocorreu, através do tempo, a ocupação espacial de tal ecossistema. Com a aplicação de rotinas da, cadeia de Markov e autômatos celulares, permitirão elaborar análises preditivas, quanto ao avanço da antropização sobre o ecossistema manguezal, para o ano de 2023. Os resultados demonstraram que a ocupação do ecossistema manguezal de Paranaguá ocorreu e ainda ocorre nas margens dos rios Itiberê e Emboguaçu. Os resultados indicam que houve uma retração da antropização sobre este ecossistema. Os resultados ainda demonstraram que as rotinas de análise espacial poderão ser utilizadas para auxiliar na tomada de decisão em várias esferas administrativas, sendo elas federais, estaduais, ou municipais, pois permitem, através dos produtos cartográficos gerados, além de prever a ocupação espacial, identificar as áreas mais afetadas pela dinâmica tempo-espacial.

Palavras chave: Urbanização, Manguezal, Paranaguá, Geoprocessamento, Cadeia de Markov, Autômato Celular.

ABSTRACT

The importance of studies that aim to contribute techniques that can be used for prevention or control of environmental areas is shown in this work, with the proper knowledge about the laws and processes that formed the territory of the urban area of the municipality of Paranaguá, allows us to understand the current state of the city and its socioeconomics. A respects human action on the environment is discussed in various spheres of knowledge and various lines of research topic because mostly degrades natural resources and ecosystems of the places they occur. As pressure on the environment humans for their survival exercises, become studies that assess such action. The mangrove is one of these areas greatly affected by humans, due to its location and easy access. This research aims to analyze the temporal-spatial and environmental dynamics in mangrove ecosystem of the urban perimeter of Paranaguá - Paraná for the years 1962, 1980, 1996 and 2009, with the use of spatial analysis routines Geographic Information System and by predictive modeling to presumed 2023, whether or not the advance of such anthropization ecosystem occurs. Maps that will allow observing how occurred, over time, the spatial distribution of such ecosystem will be generated. With the application of routines, Markov chain and cellular automata, allow the drafting predictive analytics, regarding the advancement of human disturbance on the mangrove ecosystem for the year 2023. Results showed that the occupation of the mangrove ecosystem of Paranaguá occurred and still occurs Itiberê the banks of rivers and Emboguaçu. The results indicate that there was a decrease of human disturbance on this ecosystem. Results show that the spatial analysis routines may be used to assist in decision making at various administrative levels, and they federal, state, or municipal, they allow, through cartographic products generated, in addition to providing spatial occupation, identify the areas most affected by temporal-spatial dynamics.

Keywords: Urbanization, Mangrove, Paranaguá, GIS, Markov chain, Cellular Automata.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1-RAÍZES DO MANGUE VERMELHO.....	18
FIGURA 2-RAIZES MANGUE PRETO.....	19
FIGURA 3 - RAÍZES DO MANGUE BRANCO.....	20
FIGURA 4- CARTOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ (PR- BRASIL).....	40
FIGURA 5–SÍNTESE DO ROTEIRO METODOLÓGICO.....	62
FIGURA 6- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1962).....	64
FIGURA 7- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1980).....	64
FIGURA 8- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1996).....	65
FIGURA 9- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (2009).....	66
FIGURA 10- MAPA DA DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL NOS MANGUEZAIS DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ PARA OS ANOS DE 1962- 1980- 1996 – 2009.....	68
FIGURA 11- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1962).....	69
FIGURA 12- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1980).....	70
FIGURA 13- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1996).....	71
FIGURA 14- MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (2009).....	71

FIGURA 15– PROBABILIDADE CONDICIONAL PARA O ANO DE 2023.....	74
FIGURA 16– MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ-PR(2023).....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –USO E OCUPAÇÃO DA TERRA PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ - 1962-2009.....	66
TABELA 2 -TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – 1962-2009.....	72
TABELA 3 – MATRIZ DE PROBABILIDADE DE TRANSIÇÃO DE ÁREAS.....	73
TABELA 4 – VARIAÇÃO DE ÁREAS DE 1996-2023.....	76
TABELA 5– GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE ÁREAS DE 1996-2023.....	76

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE SOLOS EXISTENTES NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ.....	45
QUADRO 2 – POPULAÇÃO URBANA E RURAL DE PARANAGUÁ.....	53

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1.MANGUE E MANGUEZAL.....	12
2.1.1MANGUE.....	12
2.1.2 MANGUEZAL.....	13
2.1.3 CONDIÇÕES AMBIENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MANGUES E MANGUEZAL.....	15
2.1.4 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES QUE COMPÕEM OS MANGUES.....	17
2.1.5 FAUNA ENCONTRADA NOS MANGUEZAIS.....	20
2.1.6 USOS E CONFLITOS DOS RECURSOS DO MANGUEZAL.....	21
2.1.7 RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS DEGRADADOS.....	22
2.2. A OCORRENCIA DO MANGUEZAL NO TERRITÓRIO BRASILEIRO.....	22
2.3. A OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO E A URBANIZAÇÃO DA ZONA LITORÂNEA E PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS SOBRE OS MANGUEZAIS.....	23
2.3.1. A FORMAÇÃO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO.....	23
2.3.2. URBANIZAÇÃO DA ZONA LITORÂNEA E PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS SOBRE OS MANGUEZAIS.....	25
2.4. ASPECTOS LEGAIS.....	27
2.4.1. ASPECTOS GERAIS DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA.....	27
2.4.2. LEGISLAÇÃO FEDERAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS.....	29
2.4.3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS.....	32

2.4.4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS.....	32
2.5. GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA ESTUDOS AMBIENTAIS.....	34
2.5.1. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....	34
2.5.2. CADEIA DE MARKOV.....	36
2.5.3. AUTÔMATO CELULAR.....	37
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	39
3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	39
3.2. ASPECTOS FÍSICOS GERAIS.....	41
3.2.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	41
3.2.2 HIDROGRAFIA.....	42
3.2.3 CLIMA.....	43
3.2.4 SOLOS.....	44
3.2.5. VEGETAÇÃO.....	46
3.3. ASPECTOS HISTÓRICOS E DEMOGRÁFICOS.....	47
3.3.1. ASPECTOS HISTÓRICOS.....	47
3.3.2. O PORTO DE PARANAGUÁ.....	52
3.3.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	53
3.3.4. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO.....	54
4. MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	55
4.1. MATERIAIS.....	55
4.1.2. MATERIAIS CAROGRÁFICOS.....	55
4.1.3. METODOLOGIA.....	56
4.1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	58
5. RESULTADOS – ANÁLISES E DISCUSSÕES.....	63
5.1. MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980, 1996 E 2009 COM DUAS CATEGORIAS.....	63
5.2. DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL A PARTIR DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980, 1996 E 2009 COM DUAS CATEGORIAS.....	67

5.3. MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980, 1996 E 2009 COM QUATRO CATEGORIAS.....	69
5.4. RESULTADO DA APLICAÇÃO DE MARKOV E AUTOMATO CELULAR.....	73
6. CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	79

1. INTRODUÇÃO

A ocupação do território brasileiro ocorreu de forma exploratória, e desordenada, agredindo em muitos casos os ecossistemas existentes, o Brasil foi ocupado inicialmente pelo litoral, aonde se encontra um dos primeiros ecossistemas afetados, os manguezais.

Juntamente com documentos escritos, documentos cartográficos foram criados para representar a realidade da época em que ocorreu a ocupação e criação das vilas e cidades, porém muitos destes mapas se perderam.

Com o passar dos anos o desenvolvimento de tecnologias, como o invento do avião e da câmara fotográfica, possibilitou a elaboração de novos documentos cartográficos, que ao longo dos anos tornou-se acervo histórico e auxiliar na obtenção de dados em épocas passadas.

Muitos pesquisadores começaram a ser utilizar as fotos aéreas para entender e compreender os fenômenos geográficos. Com o passar do tempo a tecnologia dos computadores também evoluiu, possibilitando a inserção e manuseio dos dados em de *softwares* específicos de análise espacial, como, por exemplo, as rotinas de análise espacial, possibilitando novos estudos como o presente que analisa planos de informações de diferentes datas.

As motivações que levaram a tal pesquisa foram que por meio de leituras, observações *in loco* na cidade de Paranaguá, constatou-se que Paranaguá está localizada em um ambiente litorâneo, num sítio frágil (restinga e manguezal), entre dois rios Itiberê em Emboguaçu, margeados por mangues e pressionados por um avanço da antropização.

Paranaguá também é um município de grande importância para o estado, pois é nele está localizado o porto D Pedro II ou mais comumente chamado de porto de Paranaguá.

A presente pesquisa visa analisar a dinâmica têmporo-espacial e socioambiental no ecossistema manguezal do perímetro urbano de Paranaguá – Paraná para os anos de 1962, 1980, 1996 e 2009, com a utilização de rotinas de análise espacial do Sistema de Informações Geográficas, bem como, através de modelagem preditiva, presumir para o ano de 2023, se ocorrerá ou não o avanço da antropização sobre de tal ecossistema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo visa construir o conhecimento do assunto a ser abordado, para isto foi realizado um levantamento a respeito da temática a ser estudada, visando especificamente o entendimento do que é o mangue e manguezal, das condições ambientais para o desenvolvimento de ambos, dos usos e conflitos dos recursos do manguezal, da recuperação de manguezais degradados e da ocorrência do manguezal no território brasileiro. Também foi necessário compreender a formação territorial e urbanização brasileira, bem como as características da ocupação e urbanização na zona litorânea e principais interferências antrópicas sobre os manguezais. Foi levantada a legislação ambiental incidente sobre os manguezais do Brasil. Quando à parte das técnicas empregadas foram abordados os conceitos de sistemas de informações geográficas, cadeia de Markov e automatos celulares.

2.1. MANGUE E MANGUEZAL

2.1.1. MANGUE

Mangue é um grupo de espécies arbóreas ou arbustivas adaptadas a terrenos alagados e sujeito a alagamento por água do mar. A Academia de Ciências do Estado de São Paulo (1987) define mangue com um duplo significado:

é um terreno baixo que margeia a costa, estando sujeito às inundações das marés, constituído por vasas ou lamas de depósitos recentes; como segundo significado é usado para designar a vegetação halófitas que cresce sobre esse terreno. (Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987).

O mangue possui várias espécies que são dotadas de adaptações similares, mas pertencentes a famílias diferentes. Estão limitados geograficamente pelos trópicos, todavia podem ocorrer incursões dentro das

regiões subtropicais; estima-se que entre 60 e 70% das costas entre as latitudes de 25°N e 25°S estejam cobertas por mangues (CINTRÓN; SCHAEFFER NOVELLI, 1983).

O termo mangue é empregado para descrever regiões de solo alagado pela água do mar, encontra-se nas regiões costeiras, possui uma vegetação característica e adaptada a este tipo de solo são as chamadas halófitas cuja característica é viver no mar ou regiões próximas, sendo resistente a salinidade e algumas possuem raízes aéreas para facilitar a respiração (CINTRÓN; LUGO; MARTINEZ. 1980).

Para Menezes e Mehlig (2009) os mangues formam a base da cadeia alimentar marinha. As águas próximas aos manguezais são muito ricas em matéria orgânica, e é por isso que nessas águas os pescadores encontram grandes quantidades de peixes, crustáceos e moluscos.

Os mesmos autores enfatizam que além de ser a base da cadeia alimentar marinha os mangues também são áreas de reprodução e descanso para aves costeiras e locais de depósito de sedimentos, e protegem a linha de costa, atenuando o impacto da erosão.

2.1.2. MANGUEZAL

Segundo Schaeffer-Novelli (1994), o manguezal é considerado um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, está sujeito ao regime das marés, dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam a outros componentes vegetais e animais. A vegetação predominante nos manguezais são as halófitas. Cabe aqui ressaltar que suas características serão exploradas no item 2.1.4.

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e subtropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa atípica, adaptada às condições limitantes de salinidade,

substrato inconsolidado, pouco oxigenado e frequentemente submerso pelas marés (LANA 1996).

Schaeffer-Novelli(1994) o manguezal é um ecossistema costeiro e de transição entre dois ambientes: o terrestre e o marinho, estando sujeito às inundações de marés. É constituído por espécies vegetais lenhosas (angiospermas), micro e macro algas (criptógamas), adaptadas à variação da salinidade e a terrenos lodosos com baixos teores de oxigênio. Típico de áreas tropicais, costeiras e abrigadas, é favorável à reprodução, à alimentação e à proteção de espécies animais. Estas características conferem ao manguezal o papel de transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços.

Blasco, Saenger e Janodet (1996) propuseram que o ecossistema manguezal pode ser utilizado como um indicador de mudanças no nível do mar. Para comprovar isto é importante monitorar como mudanças na inundação pelas marés interferem na distribuição e na dinâmica das espécies de mangue.

A resposta do manguezal a variações hidrológicas tende a ser gradual, e ,particularmente em sistemas não impactados, manifestada com mudanças na sua extensão, estrutura, composição de espécies e zonação. Como os manguezais são sensíveis a pequenas mudanças nas regiões costeiras, como por exemplo, alterações nos padrões de drenagem, intrusão salina, sedimentação ou erosão em resposta a variações do nível do mar, mudanças na zonação destes ecossistemas refletem alterações em maiores escalas e impactos associados nas regiões costeiras (BLASCO; SAENGER; JANODET, 1996).

Semeniuk (1980) observou a migração das zonas do manguezal em direção a terra em resposta a um processo erosivo, que levou ao aumento da frequência de inundação em áreas mais internas do manguezal.

A estabilidade das florestas de mangue e de outras áreas úmidas do ambiente entre marés ocorrerá se a taxa de sedimentação vertical exceder a taxa de aumento do nível do mar (GILMAN et al.,2008).

Os manguezais podem vir a contribuir socialmente e economicamente para a população e região que este ecossistema esta inserido. É comum encontrar em áreas de ocorrência de manguezais pessoas que fazem desse diferentes tipos de uso tais como a pesca, extração de moluscos, crustáceos e também a extração de madeira, para a produção de carvão vegetal, estacas, laminas postes entre outros produtos. Além de ser uma fonte de renda, também as famílias que ali residem podem fazer uso de seus recursos como fonte alimentar. Outra forma de uso é a pesca esportiva que ajuda movimentar a economia local (HAMILTON; SNEDAKER, 1984).

Segundo os mesmos autores, vale lembrar que o uso racional de qualquer floresta é baseado na compreensão da mesma e do ambiente na qual esta inserida, isto pode ser alcançado por meio de uma serie de observações e mensurações relacionadas à sua composição, estrutura e ecologia. Assim torna se possível a elaboração de um diagnóstico do seu estado presente, o qual possibilitara uma previsão para futuras utilizações sustentáveis

Hamilton e Snedaker(1984) comentam que países como a Índia e Bangladesh, utilizam os mangues para produção de mel, nas Filipinas 172.000 ha de manguezais foram convertidos em tanques de cultura de camarão e peixe. Na Tailandia, Camboja, Sirilanka, Vietnam, Papúa, Porto Rico, Ilhas Fiji e Martinica, os solos de manguezais são utilizados para o cultivo de arroz e plantação de palmeiras.

2.1.3. CONDIÇÕES AMBIENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS MANGUES E MANGUEZAL

Segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) os mangues e manguezais precisam de condições especificas para o seu desenvolvimento tais como: áreas abrigadas, pois os altos níveis de energia do mar causam erosão e impedem o assentamento de sementes; presença de água salgada; locais de significativa flutuação entre marés altas e baixas; a declividade dos terrenos costeiros permite a intrusão de sal terra adentro, favorecendo a sua propagação.

Quanto aos aspectos *climáticos* os mangues e manguezais são característicos de regiões de temperaturas quentes, onde a amplitude térmica anual é menor que 5° C. Desenvolve-se em locais onde a temperatura é quente e onde a média do mês mais frio é em torno de 20° C (CINTRÓN; SCHAEFFER- NOVELLI, 1983).

Devido a esta característica esse ecossistema é tipicamente tropical, possui seu maior desenvolvimento na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, ou seja, entre as latitudes de 23° 30'N e 23° 30'S. Ocasionalmente podem se estender até 30°N e 30°S, mas o seu desenvolvimento e o vigor nesses extremos latitudinais são reduzidos, pois estas plantas não toleram os climas rigorosos dessas latitudes. Seu máximo desenvolvimento estrutural ocorre nas proximidades da linha do equador, (CINTRÓN; SCHAEFFER-NOVELLI, 1983).

Quanto aos *tipos de solos* onde se desenvolvem os mangues e manguezais, Firme (2003) classifica como “solos indiscriminados de mangue”, ou seja, são solos halomórficos desenvolvidos a partir de sedimentos marinhos e fluviais com presença de matéria orgânica e que ocorrem em regiões de topografia plana na faixa costeira sob a influência constante do mar.

Todas as classes de solos dessas áreas estão associadas à influência marcante da água, podendo ocorrer: areias quartzosas marinhas, podzóis hidromórficos (em terraços arenosos), solos gley, orgânicos com tiomorfismo e solos aluviais, principalmente da era cenozóica (FIRME,2003).

Por estarem em ambientes de baixa energia, esses solos apresentam, normalmente, predominância das frações mais finas (argila e silte), elevadas quantidades de matéria orgânica e de sais solúveis em decorrência do contato com o mar. Por causa da decomposição da serapilheira e da saturação pela água, tais solos são de cores acinzentadas a pretas, com presença de H²S, fracamente consolidados e podendo atingir vários metros de profundidade (FIRME,2003).

Tanto a estabilidade do solo como o suprimento de água doce e de nutrientes são fatores de fundamental importância no funcionamento do ecossistema manguezal (LACERDA, 1984).

Como já foi citado o solo onde se desenvolve a *vegetação de mangue* é lodoso e com alta salinidade, desta forma é sabido que a flora que se adapta melhor a estas condições são as halófitas, esta vegetação possui raízes de alta profundidade para conseguir se fixar (BIGARELLA,1946).

Nos locais de ocorrência do ecossistema manguezal, espalhados pelo mundo, já foram catalogados em torno de sessenta espécies de árvores e arbustos e mais de 20 espécies frequentemente associadas à flora do mangue, mas não necessariamente restritas a ela (HAMILTON; SNEDAKER, 1984).

Segundo Cintrón e Schaeffer- Novelli (1983), na América as espécies que compõem o mangue estão distribuídas nos gêneros: *Rhizophoramangle*, *Avicenniaschaueriana*, *Lagunculariarecemosa* e *Pelliciera*, sendo que este último não está presente na costa do Oceano Atlântico na América, localização da área de estudo deste trabalho, portanto não será descrito.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES QUE COMPÕEM OS MANGUES

Quanto às características da *Rhizophoramangle*, também conhecido como mangue vermelho pode dizer que, geralmente, esta espécie é encontrada na parte exterior das franjas de mangues e nas bordas dos canais de drenagem. A sua característica mais marcante é o complexo sistema de raízes aéreas, que partem do tronco ou dos ramos e caem até o solo, estas árvores possuem altura em torno de 4 a 10m (SCHAEFFER-NOVELLI, 1983).

A Figura1 ilustra as raízes aéreas do mangue vermelho.



FIGURA 1- RAÍZES DO MANGUE VERMELHO

FONTE: INSTITUTO MAGUE VIVO 2013

De acordo com Schaeffer-Novelli (1983) as árvores do mangue preto ou *Avicenniaschaueriana* possuem a característica de ter as raízes radiais e alcançam altura de 20 cm ou mais sobre o solo. O tamanho das árvores pode variar de 15 a 30m, no entanto em terrenos de alta salinidade os arbustos atingem pouca estatura. Esta espécie possui uma casca exterior cinza escura ou negra, com um interior amarelado. É a espécie mais tolerante a condições climáticas rigorosas, por esta razão encontrada em latitudes mais afastadas da linha do equador ou em área onde os solos contem alta concentração de sal.

A Figura 2 mostra as raízes do mangue preto.



FIGURA 2- RAIZES MANGUE PRETO

FONTE: INSTITUTO MAGUE VIVO 2013

Para Schaeffer-Novelli (1983) a *Laguncularia racemosa* ou mangue branco é uma espécie encontrada nas Américas e África, possui um sistema radicular pouco profundo, cerca de 30 cm, com raízes que partem em forma radial desde o tronco e produzem projeções geotropicamente negativas (neumatóforos) que sobressaem do solo. Estes pneumatóforos não são tão desenvolvidos como os do mangue preto, entretanto, podem ocorrer agregados no tronco.

Estas árvores alcançam até 20 m, todavia, geralmente ocorre como uma árvore de altura média entre 4 e 6 m. Quanto ao seu tronco, esse tem uma casca fissurada, característica que o distingue do mangue preto, o qual tem uma casca inteira.

A Figura 3 mostra um exemplo das raízes do mangue branco.



FIGURA 3 - RAÍZES DO MANGUE BRANCO

FONTE: INSTITUTO MAGUE VIVO 2013

2.1.5. FAUNA ENCONTRADA NOS MANGUEZAIS

O manguezal é um ambiente importante para animais marinhos, de rios e terrestres, aí são encontrados uma variada classe de animais como peixes, aves, mamíferos e répteis (CARMO et al., 1994).

Anfíbios, répteis e mamíferos (lontra), usam o manguezal como refúgio, fonte de alimento e até para realizar o ritual de reprodução. Para as aves marinhas, o manguezal é um verdadeiro santuário, como local de reprodução, alimentação e descanso para aves migratórias. As aves mais comuns são as garças, os guarás o colhereiro, o martim-pescador entre outras. Encontram-se aí também outras diversas espécies de animais como os moluscos e crustáceos (camarões e os caranguejos). Esta fauna diversificada permite que muitos digam que o manguezal é um berçário, e de fato é, pois é ali que muitos animais nascem, crescem, e morrem (CARMO et al., 1994).

A importância da fauna também é refletida na economia local, pois muitos destes animais servem de alimentos e comércio para a população que ali está presente.

2.1.6. USOS E CONFLITOS DOS RECURSOS DO MANGUEZAL

Santos (1993) comenta sobre quatro usos que tradicionalmente ocorrem nos manguezais, são eles:

- 1) Desmatamento para expansão urbana: a expansão de bairros populares, habitados por população de baixa renda, na periferia dos núcleos urbanos, é a principal causa da degradação e destruição dos manguezais regionais;
- 2) Desmatamento para expansão industrial, portuária ou da rede de serviços (principalmente de energia elétrica), associado com os decorrentes impactos de obras de infraestrutura. Estes alteram o substrato por meio de dragagens e aterros, bem como geram poluição por produtos químicos (principalmente fosfato, nas regiões portuárias);
- 3) Especulação imobiliária, associada ao desenvolvimento turístico, principalmente nos balneários. Os impactos principais se dão com a construção de marinas e com a implantação de pequenos e médios aterros para construção civil ou para contenção de bordas de canais;
- 4) Riscos potenciais, que compreendem usos projetados para a aquicultura, desmatamento para exploração de madeira e terras para plantio.

Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) classificam os tensores sobre os manguezais como naturais e antrópicos. O termo tensão refere-se a qualquer evento, condição ou situação que cause um incremento nos gastos de manutenção de um sistema.

Como tensores naturais citam: tormentas, maremotos, alteração do nível do mar e erosão costeira, e hipersalinidade. Já como tensores que ocorrem pela ação dos seres humanos tem-se: canalizações, represas, contaminação por petróleo e derivados, extração de sal, mineração, maricultura e criação de lagosta, e a contaminação das águas.

2.1.7. RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS DEGRADADOS

Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) dizem que os sistemas naturais possuem adaptações e estratégias que permitem sua recuperação de perturbações periódicas. Devido a essa flexibilidade, inerente, os ecossistemas podem se recuperar espontaneamente uma vez cessada a perturbação. Igualmente, se o tensor não opera de modo constante e não causam efeitos residuais, o ecossistema pode retornar a um estado similar aquele que teria antes de ser perturbado. Se o tensor permanece em quantidades residuais ou se apresenta com maior frequência, então o sistema alcançará um nível mais baixo de organização.

Algumas alternativas para a recuperação de manguezais são mais flexíveis como a implantação efetiva de uma reserva de manguezais, a adoção de práticas racionais seja ela pesca ou extrativista (LANA 2004).

Lana (2004) cita ainda outros exemplos de alternativas que podem ajudar na recuperação dos manguezais, sendo a adoção de práticas de exploração florestal com uma silvicultura comercial, também comenta que a introdução de práticas de aquicultura incentiva à proteção de algumas áreas, pois é vista como uma fonte de renda, e ainda utiliza os manguezais como locais para a promoção de ecoturismo.

2.2. A OCORRENCIA DO MANGUEZAL NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

No Brasil os manguezais são encontrados em praticamente toda a costa, estende-se do Amapá até a região de Laguna em Santa Catarina. Estima-se que 25% dos manguezais brasileiros tenham sido destruídos desde o começo do século XX. Além disso, muito dos que ainda existem são classificados como vulneráveis ou ameaçados de extinção.

Schaeffer-Novelli, em 1989, utilizou os parâmetros das condições ambientais e fisiográficas locais (relevo, solo, cobertura vegetal, temperaturas, evapotranspiração e média das marés) para classificar os manguezais da costa brasileira. O resultado de tal pesquisa foi a divisão do litoral em oito unidades:

- 1) Entre as latitudes 04°30'N (região do rio Oiapoque) até 01°42'N (Cabo Norte, litoral do Amapá);
- 2) Entre as latitudes 01°42'N (Cabo Norte) até 00°36'S (Ponta Coruçá, litoral do Pará);
- 3) Entre as latitudes 00°36'S (Ponta Coruçá) até 02°15'S (Ponta Mangues Secos, litoral do Maranhão);
- 4) Entre as latitudes 02°15'S (Ponta Mangues Secos) até 05°08'S (Cabo Calcanhar, Estado do Rio Grande do Norte);
- 5) Entre as latitudes 05°08'S (Cabo Calcanhar) até 13°00'S (Cabo Santo Antônio, litoral da Bahia);
- 6) Entre as latitudes 13°00'S (Cabo Santo Antônio) até 23°00'S (Cabo Frio, litoral do Rio de Janeiro);
- 7) Entre as latitudes 23°00'S (Cabo Frio) até 29°20'S (Torres, no litoral do Rio Grande do Sul);
- 8) Entre as latitudes 29°20'S (Torres) até 33°45'S (Chuí), não ocorrem os manguezais, mas é uma unidade caracterizada por depósitos de praias, associados a cordões de dunas e pontais arenosos e algumas formações lagunares.

2.3. A OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO E A URBANIZAÇÃO DA ZONA LITORÂNEA E PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS SOBRE OS MANGUEZAIS

Neste item serão abordados a ocupação do território brasileiro e a urbanização da zona litorânea, bem como as principais interferências antrópicas sobre os manguezais.

2.3.1. A FORMAÇÃO DO TERRITÓRIO BRASILEIRO

O litoral brasileiro foi a porta de entrada para os portugueses encontrarem, especiarias e metais preciosos, todavia a descoberta do pau-brasil que existia em abundância no nordeste do país, foi o primeiro tipo de

exploração do território. As missões exploratórias portuguesas eram tanto de terras como de produtos, para a posterior venda na Europa (SANTOS, 1993).

Com o tempo outras atividades foram desenvolvidas pelos portugueses como a agricultura, com o cultivo de cana de açúcar e a pecuária. A criação de gado influenciou fortemente o avanço da ocupação para o interior, pois era preciso espaço para as pastagens (SANTOS, 1993).

No século XVI o nordeste do país recebia cada vez mais portugueses interessados em explorar a cana de açúcar, razão que forçou a importação de escravos vindos da África para trabalhar nas plantações. Nesse mesmo período, ou seja, em 1549, a cidade de Salvador (Bahia), foi transformada em capital da colônia. No sul do Brasil, as expedições adentravam o interior em busca de metais e pedras preciosas, o ponto de apoio eram as vilas de São Paulo e Santo André, pertencentes a capitania de São Vicente. (BECKER; CHRISTOFOLETTI; DAVIDOVICH et al., 1995)

Ao passar dos anos, novas políticas e novos interesses da economia favoreceram a urbanização das demais regiões do Brasil, fatores que levaram a uma ocupação do território e a exploração de seus recursos voltados à exportação. Esse fato que fez com que fossem abertos portos no país, o que ajudou a desenvolver o litoral e as regiões mais próximas da costa. O reflexo deste tipo de desenvolvimento territorial é que a maioria da população brasileira está concentrada na faixa litorânea (70%), até aproximadamente 200 km distante da costa.(BECKER; CHRISTOFOLETTI; DAVIDOVICH et al., 1995)

Os mesmos autores (1995) lembram que até os anos 30 o modelo agroexportador teve sua hegemonia. Fator que explica a concentração de riquezas e de povoamento no Brasil.

O processo de industrialização que se iniciou a partir dos anos 40, criou um mercado nacional onde a expansão do consumo ativou o processo de urbanização de cidades.(SANTOS 1993)

O crescimento da população urbana ganha outro significado quando se observa que, em 1940, a economia do Brasil era de caráter essencialmente agroexportador e que, em 1980, ocorreu um desenvolvimento industrial,

constituindo-se na oitava potência do mundo ocidental, quanto ao posicionamento do produto interno bruto. Essa expansão significativa da população urbana é resultante de grandes mudanças na estrutura econômica e social do país. (IBGE, 1995)

A urbanização brasileira está intimamente associada à implantação de padrões de modernização, conduzida pelo desenvolvimento industrial e tecnológico, com amplo suporte do Estado. Por esta razão, alguns estados da região Sudeste apresentam elevadas proporções de populações urbana: Rio de Janeiro, com mais de 90%; São Paulo, com 88% e Minas Gerais, com 70%. Isso evidencia a correlação direta entre urbanização e importância econômica. (WOOD; CARVALHO, 1994)

Mesmo com a tentativa de ocupar outras áreas do país, os períodos que vieram acabaram influenciando as pessoas a se aglomerarem nos centros que já estavam desenvolvidos. A modernização do campo fez muitos migrarem para as cidades em busca de novas oportunidades. (WOOD; CARVALHO, 1994)

No censo demográfico realizado em 2010 a população do Brasil era aproximadamente 190 milhões de pessoas, a concentração dessas era na costa, bem como das 5 capitais mais populosas, 4 estão a menos de 100km do litoral: São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, e Fortaleza. (IBGE, 2013)

2.3.2. URBANIZAÇÃO DA ZONA LITORÂNEA E PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS ANTRÓPICAS SOBRE OS MANGUEZAIS

Santos (1993) afirma que o início da urbanização brasileira foi realizado da costa para o interior e organizado de forma pontual, destacaram-se como principais conjuntos urbanos o recôncavo baiano, (tendo por epicentro Salvador), o nordeste (conjunto Olinda e Recife) e, em menor grau os litorais paulista (Santos e São Vicente) e carioca (Rio de Janeiro). Esta urbanização vem sofrendo diretamente com a ação antrópica desde a chegada dos

portugueses, até os dias atuais, seja a agricultura de subsistência ou em maior escala com a exploração da cana de açúcar, seja com especulação imobiliária. O fato é que as cidades crescem de forma desordeira, exigindo ações posteriores de ordenamento, principalmente ligados à energia elétrica e saneamento básico.

Moraes (1995) destaca que as cidades litorâneas sofrem com o avanço populacional em suas fronteiras urbanas, pois as classes menos favorecidas não têm acesso aos serviços chamados de básicos, o que gera uma degradação no meio ambiente na medida em que não se tem acesso ao saneamento básico, a poluição dos rios é a única saída. Também a falta de uma coleta de lixo, faz com que resíduos sejam jogados, nos rios e mares.

Moraes (1995) enumera os principais problemas ambientais encontrados nas cidades litorâneas e regiões próximas aos manguezais:

- construções de casa de veraneio elevam o valor da terra fazendo com que a população de baixa renda que ali vive, seja forçada a se deslocar para áreas de invasão, gerando favelas;

- desenvolvimento de atividades econômicas exige que o estado, município, esteja pronto para o avanço econômico, faz-se necessário a construção de portos, áreas industriais, e pólos turísticos. Todas essas atividades necessitam de áreas grandes para serem exploradas, e todas geram impactos, sendo preciso um planejamento que reduza o impacto sobre o meio ambiente;

- falta de ações de correção, ou seja, quando já instalados empreendimentos que causam impactos, é preciso resolver os problemas de saúde pública que estejam ligadas ao abastecimento de água e rede de esgoto.

Ab'Saber (1990) lembra outras atividades antrópicas que interferem diretamente sobre o ecossistema manguezal como:

- as atividade de reflorestamento e agropecuária;

- exploração de recursos naturais renováveis (pesca, maricultura, exploração de madeira);
- exploração de recursos não renováveis (carvão, petróleo, gás natural);
- construção e concentração de equipamentos, linhas de transmissão, ferrovias;
- indústrias com seus silos;
- terminais portuários.

Conclui-se que desde o período colonial as cidades se desenvolveram na zona costeira do território brasileiro, e se expandiram desordenadamente sobre ecossistemas frágeis. No início da colonização do território brasileiro não havia legislações específicas para preservar tais ecossistemas, todavia foram criados ao longo da história dispositivos legais para regularizar e ou minimizar os impactos sobre estas áreas inclusive os manguezais. Este tema será abordado no próximo item.

2.4. ASPECTOS LEGAIS

Como visto anteriormente a necessidade de criar normas para a ocupação do território brasileiro, bem como a preservação de ecossistemas frágeis, em especial os mangues e manguezais, fez com que as esferas governamentais criassem leis específicas.

2.4.1. ASPECTOS GERAIS DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA

Para Moura(2009) a zona costeira é a área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, leva em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral como ilhas, estuários e baías, comporta em sua integridade os processos e interações características das unidades ecossistêmicas. Essa definição não negligencia os ecossistemas terrestres que interagem com o meio marinho, por

isso é a mais completa. Afinal, havendo degradação de ambientes terrestres como as dunas ou as restingas, por exemplo, poderá ocorrer modificação substancial à zona costeira.

O Ministério do Meio Ambiente (2013) por meio da Constituição Federal de 1988, no § 4º, do seu artigo 225, define a Zona Costeira como:

“patrimônio nacional”, destacando-a como uma porção de território brasileiro que deve merecer uma atenção especial do poder público quanto à sua ocupação e ao uso de seus recursos naturais, assegurando-se a preservação do meio ambiente. (Ministério do Meio Ambiente, 2013, p.4).

A zona costeira possui áreas particularmente sensíveis e frágeis do ponto de vista ambiental, como os estuários e manguezais. Entretanto, em geral toda a orla marítima está sujeita a vetores de desenvolvimento em franco processo de expansão, dentre os quais se destacam o turismo, a aquicultura, a implantação de parques eólicos, as grandes estruturas industriais, portuárias e logísticas, ligadas, sobretudo, à exploração petrolífera. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013)

Além dos planos e políticas voltados diretamente para a gestão costeira, outros instrumentos também são incidentes sobre estas regiões: Políticas de Recursos Hídricos, Resíduos Sólidos, Saneamento, a legislação sobre Patrimônio da União e o Estatuto das Cidades, além das ações relacionadas a áreas protegidas, pesca, exploração de recursos naturais, turismo, navegação e defesa nacional, entre outras.(MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013)

O Ministério do Meio Ambiente (2013) diz ainda que as mudanças e evoluções dos marcos legais do Gerenciamento Costeiro no Brasil vêm reforçando a necessidade de gerenciar, de forma integrada e participativa, as ações antrópicas na Zona Costeira e sua compatibilização com o meio ambiente. Neste sentido, a distribuição de papéis torna-se tão essencial quanto o estabelecimento de compromissos e critérios de ação partilhados entre os

diferentes atores da zona costeira, coordenados entre as diversas esferas federativas e a sociedade.

Portanto conclui-se que zona costeira é muito mais que a pequena porção de terra que existe na beira dos mares, é todo um ecossistema que compreende mar e terra, e suas atividades. As ações próximas ou na costa (por exemplo, a urbanização e a agricultura) ou dentro do mar (por exemplo, a extração de petróleo) sem o devido planejamento, podem vir a gerar impactos negativos e irreversíveis sobre os ecossistemas costeiros.

2.4.2. LEGISLAÇÃO FEDERAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS

O mangue é conceituado pela Legislação Ambiental Brasileira como uma Área de Preservação Permanente.

Nesta mesma linha Andrade e Pegado et. al,(2008) afirmam que foram instituídas leis para cuidar as questões ambientais, como uma forma de orientar a conduta da população frente ao meio ambiente. A maioria dessas leis estão baseadas na própria Constituição Federal de 1988, que veio a cuidar da proteção do meio ambiente em um capítulo especial no corpo de seu texto.

Essa previsão representa um marco histórico de inegável valor, dado que as Constituições que precederam a de 1988 jamais se preocuparam da proteção do meio ambiente de forma específica e global. Nelas sequer uma vez foi empregada a expressão meio ambiente, a revelar total despreocupação com o próprio espaço em que se vive. (MORAES, 1995)

Nesse contexto, há de se admitir que a legislação brasileira avançou muito nos últimos anos, especialmente após a década de 1990. O Brasil expôs ao mundo a importância de se conservarem os recursos bióticos e naturais presentes nas florestas para a manutenção da qualidade ambiental do planeta. A aplicabilidade efetiva desses diplomas legais é que se visa buscar agora, para que as regras ditadas não se restrinjam somente aos papéis, mas sejam observadas na conduta diária de toda a sociedade. (ANDRADE E PEGADO et. al,2008)

Para Moraes (2005) maioria dos estados brasileiros optou por destacar que os ambientes de manguezal seriam seus espaços territoriais merecedores do título de áreas de preservação permanente.

O Código Florestal Lei 12.651, de 2012 estabeleceu no artigo 4º que se considera Área de Preservação Permanente (APP) os manguezais, em toda a sua extensão, portanto a União passou a reconhecer, como os estados brasileiros, a importância de se preservar e destinar um item do código florestal para este ecossistema. Esta mesma legislação que permite em áreas de inclinação entre 25° e 45°, o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, restringe e faz a salvaguarda da absoluta integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a eles associados, bem como da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros.

O Código Florestal Lei 12.651 de 2012 menciona no capítulo III-A artigo 6º, que as atividades ocorridas antes de 22 de julho de 2008 só poderão continuar desde que o empreendedor, pessoa física ou jurídica, comprove sua localização em apicum ou salgado e se obrigue, por termo de compromisso, a proteger a integridade dos manguezais arbustivos adjacentes.

No Anexo 1 estão colocados os artigos do Código Florestal que tratam dos mangues e manguezais.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente sempre atuou na preservação do meio ambiente, o instrumento mais utilizado sempre foram as suas resoluções, como a Resolução nº 004, de 18 de setembro de 1985, no Artigo 1º considerava Reservas Ecológicas as áreas de florestas de preservação permanente mencionadas no Artigo 18º, da Lei nº 6938/81, dentre as quais estão os manguezais. A definição de manguezal proposta na esta Resolução (Artigo 2º) é a seguinte: “ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes às quais se associam comunidades vegetais características” (FARIAS; LIMA, 1990).

A mesma Resolução, no Artigo 3º, estabelecia o que são Reservas Ecológicas as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: nos manguezais, em toda a sua extensão (FARIAS; LIMA, 1990).

A Resolução nº 013, de 6 de dezembro de 1990, estabelecia normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação, visando à proteção dos ecossistemas ali existentes (SCHAEFFER-NOVELLI, 1994).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente¹ estabeleceu parâmetros básicos para análise de estágio de sucessão da Mata Atlântica. No Artigo 4º, caracteriza os estágios de regeneração da vegetação, enfatizando que não é aplicável aos ecossistemas associados às formações vegetais do domínio da Mata Atlântica, tais como: manguezal, restinga, campo de altitude, brejo interiorano e encrave florestal do Nordeste. No caso específico do manguezal, vai ao encontro do Código Florestal, considerando-o como áreas de preservação permanente. No Artigo 5º, define cada uma das formações vegetais do Artigo 4º; para o manguezal, a definição estabelecida é:

Manguezal - ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluvio marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina. Neste ambiente halófito, desenvolve-se uma flora especializada, ora dominada por gramíneas (*Spartina*) e amarilidáceas (*Crinum*), que lhe conferem uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas de gêneros *Rhizophora*, *Lagunculariae* *Avicennia*. De acordo com a dominância de cada gênero, o manguezal pode ser classificado em mangue vermelho (*Rhizophora*), mangue branco (*Laguncularia*) e mangue siriúba (*Avicennia*), os dois primeiros colonizando os locais mais baixos e o terceiro os locais mais altos e mais afastados da influência das marés. Quando o mangue penetra em locais arenosos denomina-se de mangue seco. (CONAMA, 1993, p 6)

¹Conselho Nacional do Meio Ambiente **Resolução nº 010, de 1º de outubro, 1993.**

2.4.3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS

No estado existe uma série de decretos e leis que visam preservar os manguezais, e o meio ambiente como um todo, fazendo com que exista a possibilidade de recuperação de meios degradados.

A Lei nº 7389, de 12 de novembro de 1980, Lei do Uso Solo do Litoral, proibiu edificações nas pontas e pontais do litoral, estuários dos rios, áreas de mangues e numa faixa de 200 metros em torno das áreas lagunares e restingas.

No mesmo contexto o Decreto nº 5040, de 11 de maio de 1989, intercedeu de forma mais firme e os manguezais foram ditos áreas de maior restrição.

As ações de proteção se concretizaram de fato quando foram aprovados dois decretos para a criação de áreas verdes e de proteção ambiental, o Decreto nº 5040, de 11 de maio de 1989 que criou a Estação Ecológica do Guaraguaçu, e o Decreto nº 4493, de 17 de junho de 1998, que criou a Floresta Estadual do Palmito, ambas localizadas no município de Paranaguá.

O Governo do Paraná finalizou o Zoneamento Ecológico Econômico - Fase Litoral. A região foi a primeira a ser analisada, entre 2011 e 2012, tendo em vista os níveis de conservação, sua vulnerabilidade, diversidade de atividades econômicas e demanda de obras. O documento final será encaminhado para o governador e será divulgado após sua homologação. (PARANÁ, 2013)

2.4.4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL INCIDENTE SOBRE OS MANGUEZAIS

O município de Paranaguá é regido por diversas leis que regulam o uso e ocupação do solo. Segundo o *site* da Prefeitura Municipal de Paranaguá Lei Complementar nº 060, de 23 de agosto de 2007, “Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no Município de Paranaguá e dá outras providências”. (PARANAGUÁ, 2007)

A lei complementar n.º 062, de 27 de agosto de 2007, “Institui o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Paranaguá e dá outras providências”. Tal lei na Seção II caracteriza, no Artigo 14, a Zona de Proteção Integral (ZPI) como sendo “composta por áreas de interesse à preservação da biodiversidade, em que se pretende a mínima interferência antrópica, admitindo-se o aproveitamento indireto dos benefícios naturais. E no Artigo 15, coloca como objetivos dessa Zona de Proteção Integral: “I preservar de forma integral os ecossistemas, as margens e as nascentes e os canais de drenagem aí existentes de forma a promover a qualidade ambiental...”. (PARANAGUÁ, 2007)

A mesma lei, na seção IV que trata do Corredor de Comércio e Serviços, no capítulo VI que trata do Zoneamento Urbano, no Artigo 22, subdivide a Macrozona Urbana em:

- I. Zona de Requalificação Urbana;
- II. Zona de Consolidação e Qualificação Urbana I, II e III;
- III. Zona de Consolidação e Expansão Urbana I, II e III;
- IV. Zona de Interesse Portuário;
- V. Zona de Interesse para Expansão Portuária;
- VI. Zona de Desenvolvimento Econômico;
- VII. Zona de Interesse Patrimonial e Turístico;
- VIII. Zona de Ocupação Dirigida;
- IX. Zona de Recuperação Ambiental I e II;
- X. Zona de Restrição à Ocupação;
- XI. Zona Urbanizada de Interesse Especial -Ilha dos Valadares...(PARANAGUÁ, 2007)

Quanto à Zona de Restrição à Ocupação (ZRO), na seção X, no Artigo 57 define tal zona como: “A Zona de Restrição à Ocupação (ZRO) caracteriza-se pela existência de áreas com características naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental”. Na mesma seção, no Artigo 58, define como objetivos dessa Zona:

- I. impedir a ocupação de forma a assegurar a qualidade de vida da população;
- II. preservar os manguezais, as margens e as nascentes dos canais de drenagem;
- III. possibilitar o uso e coleta dos recursos naturais, de forma planejada em compatibilidade com a conservação da natureza, seguindo as diretrizes e os objetivos do desenvolvimento sustentável;

IV. possibilitar a realização de atividades culturais, de lazer, de turismo e de contemplação de forma planejada;

V. valorizar o potencial paisagístico das áreas de beleza cênica.

§1º-Constituem-se como áreas de restrição à ocupação, além das delimitadas pela ZRO, as seguintes:

I. as faixas marginais ao longo dos corpos d'água;

II. as áreas cobertas por matas;

III. as áreas com declividade superior a 30% (trinta por cento);

IV. as áreas sujeitas à inundação;

V. as áreas de preservação permanente, definidas em legislação federal e estadual;

VI. outras áreas de interesse a serem incluídas mediante prévia aprovação do Conselho Municipal de Meio Ambiente e através de lei municipal.

VII - a faixa de 100,00m (cem metros) contados a partir da faixa de domínio da BR-277 no trecho compreendido entre o limite Oeste com o município de Morretes e a atual Pr-407(A-08); (incluído pela Lei Complementar no 112 de 18 de dezembro de 2009)

VIII - a faixa de 50,00 m (cinquenta metros) a NE da faixa de domínio da Projetada PR-407 no trecho compreendido entre a BR-277 e a atual PR-407 (A 08). (incluído pela Lei Complementar no 112 de 18 de dezembro de 2009)...(PARANAGUÁ, 2007, p.12)

Conclui-se que o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, preocupou-se em preservar os manguezais quando instituiu a Zona de Proteção Integral e a Zona de Restrição à Ocupação, onde no objetivo II tratou diretamente dos manguezais e, §1º, item V mencionou que as áreas de preservação permanente definidas em legislação federal e estadual, são áreas de restrição à ocupação.

2.5. GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA ESTUDOS AMBIENTAIS

Os estudos ambientais progrediram juntamente com o avanço tecnológico, pois novas formas de analisar e representar fenômenos naturais foram desenvolvidas, possibilitando o aprimoramento nos diagnósticos e nas análises espaciais, bem como na proposição de soluções.

2.5.1. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Com o avanço tecnológico muitos dos processos de aquisição, manipulação e geração de informações para cartografia tornaram-se automatizados. Esta modernização fez com que surgissem novos conceitos,

como o dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que permite além de armazenar dados, fazer análises e comparações entre diversas formas de mapeamentos. Sistemas de Informações Geográficas é definido como um conjunto de ferramentas criadas especialmente para coletar, armazenar, recuperar, manipular e analisar dados, espacialmente georreferenciados, gerando informações importantes no apoio à tomada de decisões (BURROUGH, 1986).

De acordo com Bonhan-Carter (1996), Sistema Geográfico de Informações é um sistema de software computacional com o qual a informação pode ser capturada, armazenada, é analisada, combinando dados espaciais de diversas fontes em uma base unificada, empregando estruturas digitais variadas que representam fenômenos espaciais também variados, através de uma série de planos de informação que se sobrepõe corretamente em qualquer localização.

Da mesma forma, Burrough; McDonnell, (1998), definem que um SIG é um conjunto de funções automatizadas que permitem ao capturar, manipular e visualizar dados geograficamente localizados.

Assim, se pode dizer que num SIG se inclui um ambiente de geoprocessamento, o qual envolve equipamentos (hardware) e programas (software) com diversos níveis de sofisticação destinados a implementação de sistemas e exibição de dados do mundo real para determinados propósitos (BURROUGH, 1986).

Portanto, existem muitas definições para SIG, podendo-se destacar duas grandes correntes. Na primeira o SIG é visto apenas como um software e na segunda, mais abrangente, o SIG passa a ser considerado como um sistema que integra diversos elementos, inclusive o software (DEMERS, 1997).

A abordagem do SIG que será tomada como norteadora dessa dissertação é a de Miranda (2005), onde é mais visto como ciência de informação espacial do que uma tecnologia. É um sistema de processamento, ou seja, de análise e visualização de mapas, onde são representados no sistema computacional como planos de informações que serão manipulados

por funções de adição, subtração ou pesquisa de padrões, enfim analisados e modelados.

2.5.2. CADEIA DE MARKOV

De acordo com Silva e Vargas (2009) Cadeia de *Markov* é um tipo especial de processo estocástico que possui a propriedade markoviana. Um processo estocástico tem a propriedade markoviana se os estados anteriores do processo são irrelevantes para a predição dos próximos estados, desde que o estado atual seja conhecido. O matemático Andrey Marko, em 1906, conseguiu os primeiros resultados para estes processos. Atualmente, Cadeias de *Markov* tem sido estudadas e utilizadas em diversas áreas do conhecimento.

Câmara, *et al.*(2004), comentam que a Cadeia de *Markov* de primeira ordem assume que, o estado futuro do sistema, depende apenas do seu estado presente e das possibilidades de transição, e não dos estados passados, sendo independente da trajetória que o levou aquele estado até o presente (estados em um tempo $t-1$).

Nogueira (2009) coloca que os processos estocásticos, utilizados no modelo (cadeia de *Markov*), são interessantes para descrever a dinâmica de um sistema, operando sobre algum período de tempo, com isso, em termos formais, a variável aleatória $X(t)$ representa o estado do sistema no parâmetro t (geralmente tempo).

Desta forma, a identidade que define a propriedade de *Markov* é a distribuição da probabilidade condicional de $X(t+1)$ do estado passado sendo este uma função apenas de $X(t)$, então:

$$\Pr [X(t + 1) = x | X_0, X_1, X_2, \dots, X_n]$$

$$\Pr [X(t + 1) = x | X_i], i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Na expressão acima “ x ” é algum estado do processo e $X(t+1)$ é o estado do sistema após o intervalo $t+1$ e X_n são os estados possíveis de acontecer, que são representados em matrizes de possibilidades de transição, sendo que estas matrizes de transição representam a possibilidade de um determinado estado, em permanecer como estava, ou, o mesmo mudar para outro estado durante o intervalo de tempo $t \geq t+1$. (CAMARA *et al*, 2004)

Os mesmos autores (2004) comentam sobre as principais vantagens de utilizar cadeia de *Markov*, sendo a primeira vantagem a lógica matemática que possibilita rápidas aplicações, e a possível interação com outras técnicas da cartografia como o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas, pois ambos trabalham em sua maioria com dados numéricos e muitas vezes no formato disponível para a aplicação da cadeia de *Markov*.

Uma desvantagem em processos de análise utilizar a cadeia de *Markov* é o fato de não explicar o porquê dos fatos, pois o processo leva em consideração apenas a variável tempo. Assim, as previsões feitas através deste modelo da cadeia de *Markov*, passam a ser indicados apenas para se prever a mudança do estado das variáveis no tempo e não no espaço por outro lado, a cadeia de *Markov* pode fazer previsões do tipo, quando vai ocorrer o fato, desde que os processos sejam espacialmente estacionários. (CAMARA, *et al* 2004)

2.5.3 AUTÔMATO CELULAR

Uma configuração inicial de autômato, aparentemente simples, pode produzir resultados em que a conjuntura da matemática dos estados apresentará um alto nível de complexidade. (WOLFRAM, 1994)

Uns dos modelos matemáticos capazes de representar sistemas e fenômenos são os Autômatos Celulares que formam uma classe geral de modelos de sistemas dinâmicos, que são simples e ainda capturam uma rica variedade de comportamento. Isto fez deles uma ferramenta favorita para pesquisadores estudarem o comportamento genérico de sistemas dinâmicos complexos. (BAR-YAM, 1997)

A ideia básica de Autômato Celular não é tentar descrever um sistema complexo a partir de equações difíceis, mas simular sistemas por meio de

interações entre as células regidas por regras simples. Em outras palavras, o objetivo não é descrever um sistema complexo com equações complexas, mas deixar a complexidade emergir pela interação de indivíduos simples seguindo regras simples. (SCHATTEN, 2007)

Desta forma, um modelo autômato celular, pode ser descrito como uma grade uniforme, ou uma malha infinita e regular composta por células, com variável discreta em cada célula, e em um tempo também discreto. Neste modelo de autômato celular, cada célula pode estar em um número finito de estados, os quais dependem do estado das células vizinhas e que podem variar de acordo com regras determinísticas, o que significa que o autômato não pode estar em mais de um estado em qualquer instante, ou então, de acordo com regras não determinísticas (probabilísticas) ele pode estar em vários estados ao mesmo tempo. (WOLFRAN, 1983)

Muitas áreas do conhecimento como a geografia, biologia, hidrologia, meteorologia, entre outras que utilizam modelos espaciais, começaram a utilizar os autômatos celulares em suas aplicações (ALMEIDA, *et al.* 2003).

Almeida *et al.* (2003), escrevem que, após a década de 1980, o conceito de autômatos celular foi frequentemente empregado, para modelar o crescimento urbano e o uso da terra, conduzido pelo rápido desenvolvimento da computação gráfica com a melhora dos a partir dos anos de 1990, foram escolhidos para modelarem o crescimento urbano, estes passaram também a incorporar as dimensões ambientais, as dimensões socioeconômicas e políticas, resultando em ótimas análises em escala micro e macro espacial.

A utilização destes modelos de autômatos celular foi eleita como a preferida para modelagem urbana e de uso da terra, por possibilitar a opção por regras de transição determinística, ou estocástica (probabilística), para definir o estado de determinada célula no tempo " $t+1$ ", em função do estado das células vizinhas no tempo " t " (SOBREIRA, 2003).

Tenedório, *et al.* (2006), descrevem que atualmente, foram propostas nos softwares, algumas alterações ao conceito original de modelação espacial, através de autômatos celulares, para que este permitisse incorporar algumas limitações geográficas, como a substituição de um espaço que apresenta as mesmas características físicas, em todas as direções, por um espaço em que cada célula possa apresentar um conjunto próprio de atributos que representa

as características físicas relevantes do local. Esta mudança foi conseguida fazendo-se o modelo ser gerado a partir da ligação entre os processos de modelagem dos autômatos celulares e do modelo de Markov. A opção de se trabalhar com os dois modelos ao mesmo tempo, para gerar um modelo espacial, permitiu a integração, não só conceitual, mas também prática dos autômatos celulares em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas.

Trabalhos mais recentes como o de Ricobom (2012) objetivou desenvolver e propor uma metodologia auxiliar, para a revisão de Planos Diretores Municipais, com base na Cartografia Prospectiva, através da geração de modelos dinâmicos têmporo-espaciais, das mudanças de uso e cobertura da terra para Paranaguá – PR. Os resultados demonstram a eficiência da Cadeia de Markov e dos autômatos celulares como modelos espaciais preditivos. Os modelos preditivos gerados, a partir de mapeamentos reais do uso e cobertura da terra, de duas datas contíguas, revelaram as tendências de como ficará a organização espacial urbana, após as implementações das propostas de um Plano Diretor Municipal, bem como poderão nortear a revisão do Plano Diretor, prevista para 2017.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a cidade de Paranaguá que está inserida no perímetro urbano do município de Paranaguá (Paraná), que foi delimitado pela Lei complementar nº 061, de 27 de agosto 2007, aprovada juntamente com o Plano Diretor pela Câmara Municipal de Paranaguá. Este foi alterado através da Lei Complementar nº 112, de 18 de dezembro de 2009. (ANEXO 2)

3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O município de Paranaguá está localizado no litoral do estado do Paraná, entre os paralelos de latitude $\varphi_a = 25^\circ 20' 53''$ S e $\varphi_b = 25^\circ 43' 56''$ S e os meridianos de longitude $\lambda_a = 048^\circ 17' 23''$ W e $\lambda_b = 048^\circ 42' 15''$.

Foi a primeira cidade do estado, fundada em 29 de julho de 1648, e atualmente, possui uma área de 806.255 km² e uma população de

aproximadamente 140.469 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2011).

Quanto aos limites, ao norte o município faz divisa com o município de Guaraqueçaba, ao sul com o município de Matinhos, a com o oceano atlântico, e a oeste faz fronteira com o município de Morretes.

A figura 4, abaixo, mostra a localização do município no estado do Paraná e no Brasil.

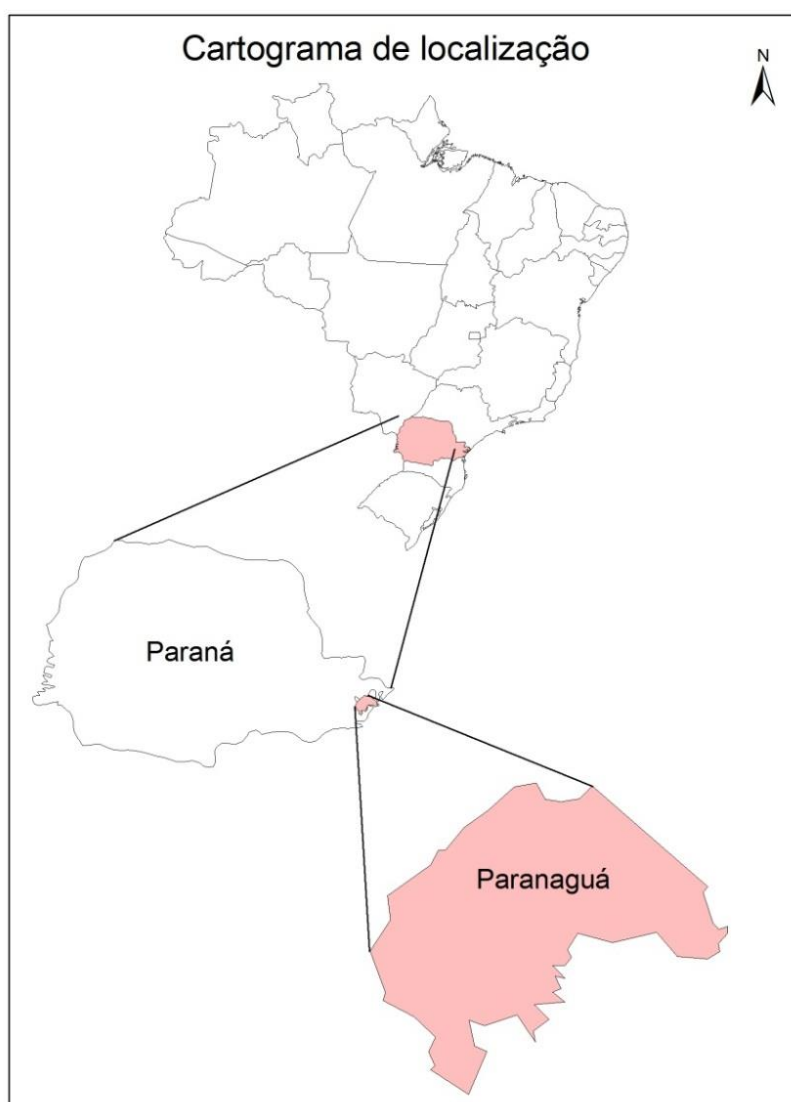


FIGURA 4: CARTOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ (PR- BRASIL)

Fonte: Base cartográfica do IBGE (2009)

3.2. ASPECTOS FÍSICOS GERAIS

3.2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O município de Paranaguá situa-se na planície costeira do estado do Paraná, a qual se estende desde a Serra do Mar até o Oceano Atlântico. Nesta região, a planície apresenta uma largura média em torno de mais ou menos 55 km de extensão, onde as altitudes geralmente são inferiores a 20 m.(MAACK, 1968)

Segundo Maack (1968) a planície costeira paranaense assim como a maior parte da orla continental oriental da América do Sul, sofreu forte tectonismo que está relacionado à formação da cordilheira dos Andes. Este processo tectônico teria originado tensões na borda oriental da placa continental Sul-americana, a qual em função destas tensões fraturou esta borda, sendo esta submersa ao mar, e seus grandes vales passaram a ser inundados, formando o que hoje correspondem às baías de Paranaguá, Antonina e Guaratuba.

Após a imersão da borda oriental da placa Sul-americana, no Período Quaternário, ocorreu o início de um lento levantamento epirogênico de toda esta borda oriental afundada, que continua até hoje. Este movimento provocou a subida da borda desta placa, fez também ocorrer à lenta e sucessiva regressão das águas do mar, iniciando a formação e um gradativo aumento das áreas da planície litorânea. (MAACK, 1968).

Esta planície litorânea aos poucos começou a receber um grande montante de sedimentos, da decomposição de detritos, vindos de um processo muito ativo de erosão terrestre, os quais se juntaram ao acúmulo de produtos de deposição oriundos da ação marinha. Desta forma, os sedimentos soltos do Período Quaternários da Era Cenozóica passaram a ser depositados imediatamente e discordantemente sobre a antiga base gnaisses.

Em consequência dos fatos anteriormente descritos, na planície litorânea do estado do Paraná, encontram-se hoje dois principais domínios geológicos: o das rochas do embasamento cristalino, denominado de escudo cristalino, as quais, na maioria das vezes, aparecem recobertas por sedimentos do Período do Quaternário Era Cenozoica, de origens continental e marinha. (MAACK, 1968)

Quanto ao *aspecto geomorfológico*, a área de estudo que está inserida no litoral paranaense, o qual é dividido, em duas sub-regiões geográficas naturais, montanhosa litorânea e a planície litorânea. (MAACK 1968)

Oka-Fiori; Canali (1998) dividem o litoral paranaense em três compartimentos geomorfológicos: compartimento das serras e morros, compartimento das planícies e compartimento dos mangues.

No primeiro compartimento, o relevo é acidentado, com desníveis que podem alcançar 1.800 metros, e as declividades são geralmente superiores a 45°. Nesta região aparecem os granitos intrusivos e migmatitos. (OKA-FIORI; CANALI, 1998)

O compartimento das planícies, também denominado de planície costeira, divide-se em planícies aluviais e de restinga. As planícies aluviais foram originadas de depósito de sedimentos de origem fluvial. As planícies de restinga formaram-se com a deposição de sedimentos junto à linha de costa, formando os cordões arenosos litorâneos. (OKA-FIORI; CANALI, 1998)

Já o compartimento dos mangues, localiza-se beirando a baía de Paranaguá. São locais alagadiços e pantanosos, sujeitos ao fluxo e refluxo das marés; o solo é extremamente salino (OKA-FIORI; CANALI, 1998).

De acordo com Bigarella et al. (1978), a planície costeira é constituída por sedimentos inconsolidados (do Pleistoceno superior e do Holoceno), os quais são formações de várias origens, compreendendo:

- a) sedimentos arenosos das restingas;
- b) depósitos fluviais em parte arenosos e siltico-argilosos;
- c) sedimentos detríticos-orgânicos, pantanosos de antigas lagoas ou planície de inundação e sedimentos das planícies de marés.

3.2.2 HIDROGRAFIA

O estado do Paraná possui duas bacias hidrográficas a bacia do rio Paraná e a bacia Atlântica, como os nomes sugerem, a do Paraná converge

para o interior do estado no sentido oeste. Já a Atlântica drena os rios para a costa desagando no oceano Atlântico. (MAACK 1968).

Os principais rios da bacia atlântica que desembocam na baía de Paranaguá são os rios: Saquarema, Jacareí, Ribeirão, Guaraguaçu e seus afluentes, os rios Emboguaçu, Itibere, dos Correiais e dos Almeidas que, sendo todos influenciados pela ação do fluxo e refluxo das marés, o que favorece o desenvolvimento de manguezais. Os rios que estão presentes no perímetro urbano de Paranaguá, são rios com pequenos cursos, os quais na sua grande maioria nascem na própria planície litorânea, desagando diretamente na baía de Paranaguá (MAACK 1968).

O rio que mais conhecido da população paranguara e famoso é o rio Itiberê com seus afluentes, suas nascentes encontram-se na planície litorânea, e este rio apresenta o seu curso principal na parte sudeste da cidade de Paranaguá, separando o centro da cidade, da ilha dos Valadares. (CANEPARO, 1999 ; RICOBOM 2012)

3.2.3. CLIMA

A Região Sul do Brasil encontra-se diretamente influenciada pelo anticiclone do Atlântico, pelo anticiclone móvel polar e pela depressão do Chaco, os quais dão origem a quatro tipos diferentes de massas de ar (massa de ar tropical atlântica, polar atlântica e continental e a tropical continental), que atuam regular ou irregularmente sobre o sul do Brasil. (NIMER, 1979)

O anticiclone do Atlântico, que penetra nas regiões temperadas e tropicais, pela parte leste do país, passa a ter um significado especial, pois é ele que dá origem à massa tropical atlântica. (BIGARELLA *et al.* 1978)

A massa tropical atlântica se forma sobre o oceano Atlântico, na região tropical, nas proximidades do Equador, onde recebe forte radiação solar existente nestas latitudes, bem como se apresenta carregada de alta umidade, decorrente da intensa evaporação marítima. Estas propriedades fazem com que a massa tropical atlântica, traga para o litoral paranaense, temperaturas elevadas, acentuada umidade, e ventos que sopram predominantemente durante todo o ano no sentido SE a NE. (BIGARELLA *et al.*, 1978)

O IAPAR (1998) define o tipo de clima de Paranaguá como *Cfa* - Clima subtropical úmido - Mesotérmico; apresentando temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida.

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a planície litorânea do Paraná apresenta uma média pluviométrica anual situada em torno de 2.000 e 2.200 mm/ano. Porém, na estação de verão esta média apresenta-se entorno de 800 mm, no outono a média apresenta uma variação entorno de 500 e 800 mm, no inverno esta média situa-se entorno de 280 mm, na primavera a média situa-se entre 500 e 600 mm, sendo que nesta última estação, as chuvas apresentam uma distribuição com maior homogeneidade.

Quanto à pluviosidade da região litorânea do Paraná, se deve também considerar a influência e os efeitos causados pelo fenômeno “*El Nino*” e “*La Nina*”, os quais tem sua origem em um maior ou menor aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico, na altura do Equador. Estes fenômenos têm ocasionado sérias mudanças na dinâmica da circulação atmosférica (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3.2.4. SOLOS

O conhecimento dos tipos de solos predominantes em uma área é de grande importância, pela função que o mesmo desempenha como base das diversas atividades humanas. (GUERRA, 1975)

Na planície litorânea predominam as seguintes classes de solo: Solos de Mangue, Organossolos, Neossolos, Quartzarênicos, Espodossolos, Solos Aluviais e Gleissolos e, nos morros isolados e cadeias de elevações aparecem o predomínio das classes de solos Podzólicos e Cambissolos. (PDDI/PARANAGUÁ, 2007)

O Quadro 1 descreve de modo resumido os tipos de solo da área da pesquisa.

CLASSES DE SOLOS	DESCRIÇÃO	LOCAIS DE OCORRÊNCIA
GZ1 = (G = Geissolos; Z = Sálco)	São formados em terrenos baixos, derivados de depósitos de sedimentos alúvio-colvionares, que ocorrem em relevos cõncavos	50 cm superficiais
EK_g = (E = Espodossolo; k = humilúvico; g = hidromórfico) = Associação de Espodossolo – CambricoHidromórficoHistico e CambricoHertico	A areia que é o seu componente principal (superior 85%), a qual fica exposta e sujeita a erosão eólica	São solos típicos das baixadas litorâneas (áreas derestingas). Este tipo de solo ocupa aproximadamente 60% da área do perímetro urbano de Paranaguá
CX_{bd} = (C = Cambissolo; X = Haplico; b = argila de atividade baixa; d = distrófico)	Apresentam altos teores de silte até mesmo nos horizontes superficiais. A pouca profundidade e o alto teor de silte fazem com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa e apresente alto risco de erosão	Sua presença é mais comum em relevo ondulado a fortemente ondulado (montanhoso)
PVAd₂₇ = (P = Agrissolo; VA = Vermelho Amarelo; d = distrófico)	Os Argissolos vermelho amarelo distrófico são constituídos por material mineral, bem intemperizados, não hidromórficos	apresentam-se em cotas mais elevadas, com altitudes acima dos 50 metros e onde o relevo apresenta-se um pouco mais movimentado
PVAd₂₉ = (P = Agrissolo; VA = Vermelho Amarelo; d = distrófico)	Esta associação de solos, cujos tipos de classificação já foram anteriormente descritos	nas rampas e soleiras de “piemontês” e nos “talus” dos principais morretes
LVAd₂ = (L = Latossolo; VA = Vermelho-amarelo; d = distrófico)	Este solo apresenta-se como um solo intermediário para Argissolos	dentro de 200 cm da superfície

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DOS TIPOS DE SOLOS EXISTENTES NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ
 FONTE: EMBRAPA, 2006).

Na antiga classificação brasileira de solos a Associação de Gleissolos sálcos e Gleissolos Húmicos são conhecidos como solo de mangue, aparecendo nas desembocaduras dos rios, nas margens das baías e nas margens das ilhas, ou onde o litoral apresenta-se lodoso. (BIGARELLA et al., 1978; OKA-FIORI, et al., 1998)

Prada-Gamero et.al., (2001), descreve que, os solos de mangues, de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), podem ser incluídos na ordem dos Gleissolos ou Organossolos, pois são solos halomórficos, desenvolvidos a partir de sedimentos marinhos e fluviais, com presença de matéria orgânica e que ocorrem em regiões de topografia plana, em ambientes de baixa energia, o que favorece o predomínio dos depósitos das frações mais finas (argila e silte). Por estarem em faixa

costeira sob a influência constante do mar apresentam elevadas quantidades de matéria orgânica e de sais solúveis.

3.2.5. VEGETAÇÃO

Roderjan; Kuniyoshi (1988) comentam que foram identificadas no perímetro urbano de Paranaguá, as seguintes formações vegetais: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas; Floresta Ombrófila Densa Submontana; Área de Formação Pioneira sob Influência Marinha restingas; Área de Formação Pioneira sob Influência Fluviomarinha Manguezais, as Áreas de Transição Zonas de Cladium; as Áreas de Formação Pioneira sob Influência Fluvial, bem como áreas sem vegetação, como sendo as áreas antropizadas e as ocupadas por lagos e lagoas, algumas de origem antrópicas (represas e cavas).

A Região entre-marés do complexo estuarino da Baía de Paranaguá é formada por planícies recobertas por formações vegetais muito diversas, dependendo do regime de salinidade e dos níveis de energia ambiental, onde são reconhecidas pelo menos seis associações vegetais distintas, que abaixo estão sendo mencionadas:

1. **Manguezais**, com características transicionais nos setores com salinidade mais reduzida, onde ocorre a samambaia *Acrostichumaureume* a malvácea *Hibiscustilliaceus*; *Rhizophzoramangle*; *Avicenniaschzauerianae* *Lagunculariaracemosa*
2. **Marismas** formadas por bancos monoespecíficos de *Spartina alterniflora*;
3. **Brejos de maré** (*tidalmarshzes*), que substituem as marismas e mesmo os manguezais em áreas *oligohalinas*, colonizados pela taboa *Typhzadomingensis*, pela ciperácea *Scirpuscalifomicus* e pela amarilidácea *Crinumsalsum*;

4. Pântanos de maré, formações de porte arbóreos não identificados, periodicamente inundadas, que se desenvolvem por trás dos brejos de maré (provavelmente caxetais);

5. Zona de Cladium, formação transicional entre os manguezais e a floresta litorânea caracterizada pelo mangue-de-botão (*Conocarpuserecta*) e por elementos da vegetação de dunas.(ANGULO 1990)

Segundo Angulo (1990), na área do perímetro urbano de Paranaguá o estágio inicial da sucessão Vegetal (capoeirinhas) apresenta um caráter efêmero, em função de ser transformado a qualquer momento em atividade antrópica, agrícola, industrial e/ou urbana. Tal afirmação também apareceu no PDDI/PARANAGUÁ (2007).

3.3. ASPECTOS HISTÓRICOS E DEMOGRÁFICOS

3.3.1. ASPECTOS HISTÓRICOS

Segundo Santos (1952) o nome da cidade e da baía de Paranaguá tem o significado indígena de mar grande e redondo. Segundo Morgenstern (1985), o nome Paranaguá vem da língua indígena carijó “*Pernagoá*”, que significa grande mar redondo.

Até o ano de 1614 as terras do litoral paranaense, onde hoje se situa Paranaguá eram percorridas por mineradores e comerciantes que não estabeleceram povoamento, os primeiros habitantes europeus a fixarem residência no local, teriam vindo de Cananéia, mais precisamente do povoado de Ararapira e Superagui, núcleos fundados em 1614, pelo português Diogo Unhate. (SANTOS 1952)

A concreta ocupação iniciou-se apenas em 1617, com a chegada de Gabriel de Lara, bandeirante interessado em encontrar ouro, o qual se juntou à família espanhola Peneda, formando o primeiro povoamento na ilha hoje chamada de Cotinga, com medo de ocupar a parte continental em função de ataque dos índios carijós. Por volta de 1630, certo de que não sofreria

represálias de indígenas, Gabriel de Lara mudou a pequena população de Cotinga, para o continente, à margem esquerda do Rio Taguaré (atual Rio Itiberê). Começaram a exploração de ouro nos rios próximos ao local, através da navegação do rio dos Almeidas, Correias e Guaraguassú (hoje Guaraguaçu), onde descobriram diversas minas de ouro, que passaram mais tarde a serem denominadas de “Minas de Paranaguá”.(SANTOS, 1952)

Em 6 de janeiro de 1646, o então governador geral da província, autorizou Gabriel de Lara a erguer um Pelourinho neste povoado, o qual, além de ser um sinal significativo de que as terras estavam sob a jurisdição Portuguesa, o mesmo atribuía direitos ao líder do povoado, para ele determinar o cumprimento das leis civis portuguesas, bem como ele poderia julgar os casos sujeitos à penalidades, segundo estas mesmas leis.(SANTOS, 1952)

Só no final do século XVII, com início do ciclo do ouro, que Paranaguá começa a representar importante polo irradiador do litoral Paranaense, expandindo-se a partir das margens do rio Itiberê, para o interior. (TRAMUJAS, 1996)

Segundo Wachowicz (1988), a vila de Paranaguá passou em 1710 a ser incorporada, nas capitanias de São Vicente e Santo Amaro, as quais vieram posteriormente a formar a capitania de São Paulo, a qual, mais tarde teria sido dividida em duas comarcas, ficando a sede da Comarca do sul localizada em Paranaguá, sendo em 1812 transferida para Curitiba, passando a denominação de Comarca de Curitiba e Paranaguá.

Em 1760, o então atracadouro das embarcações (porto), originalmente construído nas margens do rio Itiberê, não comportava mais o intenso movimento, bem como o calado das embarcações que ali chegavam, o que obrigou a construção de um novo cais de pedra, no mesmo rio, mais ao norte, em frente da Casa da Câmara e da cadeia da vila, o que provocou uma pequena expansão urbana em direção à foz do rio Itiberê. (TRAMUJAS, 1996)

Segundo Santos (1952), em 1785, o núcleo urbano da vila contava com apenas 3.427 habitantes e mais onze mil pessoas distribuídas entre o primeiro e segundo distrito da Cidade. Em 1813, foi erguida a capela de Nossa Senhora

do Rosário do Rocio, na direção nordeste deste povoado, nas áreas de “*mangaes*” (manguezais), junto às margens da baía de Paranaguá.

Com a instalação da província do Paraná em 1853, vieram as melhorias das estradas. O Presidente da Província do Paraná, Zacarias de Goes e Vasconcelos ordenou estudos para proceder à melhoria do traçado do antigo caminho que ligava a Capital ao litoral. Assim, entre 1873 e 1876, foi construído sobre o antigo traçado retificado o caminho da Graciosa, para dar passagem a veículos com rodas. Através desta rodovia chegavam ao litoral as tropas de muares carregadas de erva-mate, fumo, carne seca, couros, cereais, e subiam com açúcar, ferragens, tecidos, álcool e sal trazidos pelos navios da capital do reinado. A partir de 1872 com detalhes como transcorreu o processo de urbanização de Paranaguá. (SANTOS, 1952)

Com o início do ciclo econômico da erva-mate no Paraná, por volta de 1872, o porto do Rio Itiberê passa a ter uma grande movimentação, inclusive recebendo navios de grande calado para a época, os quais na maioria das vezes não podiam ancorar neste porto, obrigando a aportar na ilha da Cotinga, e as mercadorias eram carregadas e descarregadas sobre chatas e alvarengas, que as traziam até o porto do Rio Itiberê, em frente aos armazéns, o que impôs a necessidade de se estudar a transferência deste porto, para um local mais adequado. No mesmo ano de 1872, nasce o projeto da construção da estrada de ferro Curitiba- Paranaguá. Nesta mesma época, o engenheiro da Província, Alloys Sherer, comandando uma caravana de pessoas, percorrem os canais da região e escolhem a Ponta do Gato, para a construção do futuro porto, como também para ser o ponto de partida da estrada de ferro que ligaria Paranaguá à capital da província, cuja pedra fundamental foi colocada pelo imperador D. Pedro II, em Paranaguá, em 5 de junho de 1880, sendo a estrada concluída em 1885. (MORGENSTERN, 1985)

A partir da década de 1880, durante o final do reinado de D. Pedro II, o país passa por um desenvolvimento econômico bastante significativo, levando a um considerável aumento do consumo de madeiras de lei, para as novas construções, na capital do reinado. A província do Paraná, onde no planalto abundava árvores de madeiras nobres (principalmente o pinheiro do Paraná),

passa ser um dos grandes fornecedores deste produto, fazendo com que a atividade madeireira, passasse a substituir a atividade do comércio da erva-mate, no porto do rio Itiberê, impondo a definitiva necessidade de transferência deste porto, para um local mais adequado, bem como, a construção de estradas mais largas que ligassem o planalto ao litoral. (MORGENSTERN, 1985)

Com o início da construção da estrada de ferro Curitiba - Paranaguá, a partir de 1800 chegam levas de trabalhadores a Paranaguá, os quais contribuíram para mudar o aspecto urbano da cidade, assim também chegaram levas de imigrantes europeus e asiáticos, que ajudaram de alguma forma a mudar o aspecto urbano da cidade. Entre estes imigrantes estão, os alemães em 1829, e os italianos entre 1871 e 1872, estabelecendo-se nas proximidades da Serra do Mar, dando origem a várias colônias, como Alexandra no distrito de Paranaguá. Em 1896, os poloneses chegaram e se estabeleceram na colônia Santa Cruz; posteriormente, os migrantes libaneses, sírios e japoneses. (TRAMUJAS 1996)

No início do século XX, a cidade se restringia a um perímetro reduzido que compreendia 1250 metros de comprimento e 540 metros de largura, possuindo 32 quarteirões, perfazendo uma população de 8.000 habitantes na área urbana, e um total de 30.000 no município. (TRAMUJAS, 1996)

Posteriormente, a ocupação urbana estendeu-se de maneira desordenada, ocupando um triângulo formado pela baía de Paranaguá, rio Itiberê e o rio Emboguaçu. (PDDI/PARANAGUÁ, 2007)

Morgenstern (1985) descreve que no início do século XX, Paranaguá e em especial o seu porto, contavam com uma precária estrada de rodagem que os ligava ao planalto. Esta ligação era feita pela estrada Paranaguá-Morretes, e após tomava-se a Estrada da Graciosa para chegar até Curitiba. Além desta, o porto era ligado a Curitiba pela estrada de ferro. Assim nesta época inicial dos anos de 1990, foram desenvolvidas novas e importantes obras viárias, como a estrada que ligava Paranaguá à Praia de Leste, denominadas de Estrada do Mar, hoje PR-407, concluído em 1927, bem como a construção de um campo de pouso para pequenas aeronaves, inaugurado em 1925. Por volta de 1920 o

Paraná começa a despontar como grande produtor de café, sendo grande parte da produção exportada via Porto de Paranaguá, chegando a quase 30.000 sacas em 1924.

Godoy (1998) descreve que na década de 1950, em decorrência do aumento da exportação de café, houve um grande crescimento no movimento de navios, o que vai obrigar em definitivo, a transferência do porto das margens do rio Itiberê, para a Ponta do Gato, nas margens da baía de Paranaguá. O aumento da exportação de café vai gerar a atração de populações do campo e de outras localidades, trazendo novos moradores para a cidade, que junto com a mudança do local do porto, provocarão uma ocupação mais intensa da região norte da cidade, o que vai resultar em desequilíbrios sociais e espaciais locais, o processo acelerado de ocupação vai trazer a Paranaguá, graves problemas de infraestrutura, pois nesta época já eram precários os serviços de energia elétrica, telefones, escolas e saúde, bem como de transporte de passageiros.

PDDI/PARANAGUÁ (1967) diagnosticava três regiões distintas na cidade: o Centro Histórico, com suas igrejas e sobrados, o centro comercial, que estava instalado no Centro Histórico, e a área residencial, dividida esta última em três grandes grupos: residenciais de alto padrão, de médio padrão e demais áreas. Em 1968, foi inaugurada a BR 277, estrada de rodagem que liga Paranaguá a Curitiba e esta ao oeste e sudoeste do Estado. Nos anos 80 Paranaguá passa a contar com mais uma ligação com as outras cidades litorâneas do Estado através da rodovia PR 508 - Alexandra-Matinhos.

Com o início da crise do café no mercado internacional, no final da década de 1960, as exportações começam a diminuir, bem como o beneficiamento e o ensacamento do mesmo passa a ser realizado na zona produtora de café no norte do Estado, gerando grande número de desempregos na cidade de Paranaguá. Após o ápice da crise do café em 1975, quando uma grande geada, queimou parte dos cafezais paranaenses, o governo federal passa a incentivar a mudança da matriz agrícola paranaense, incentivando a substituição da plantação e exportação do café, pela soja, milho e trigo. Em função desta mudança de produtos exportáveis pelo porto de Paranaguá, o mesmo recebe novos investimentos para a construção de novos

armazéns nas imediações do porto, bem como foram feitas novas adaptações nos antigos armazéns, em decorrência do rápido aumento de volume de mercadorias, os quais passaram por um processo constante de remodelação e ampliação, os quais continuam até hoje. (GODOY, 1998)

No final da década de 1970, o porto passou a empregar máquinas especiais para o carregamento dos navios, as quais aos poucos, foram substituindo a mão-de-obra dos ensacadores e carregadores do porto, aumentando ainda mais os problemas de desemprego e crise social na cidade, refletindo diretamente em uma maior desestruturação e desorganização do espaço urbano, levando a ocupação de áreas insalubres sobre os manguezais. (GODOY, 1998)

A partir dos anos 80, o Estado do Paraná passa a ser o maior produtor de soja do país e, o Porto de Paranaguá o maior exportador de grãos do país, o que vai gerar a necessidade de uma nova readequação e ampliação das instalações, com a construção de novos armazéns e silos para atender a demanda, obrigando a uma remodelação do espaço urbano entorno do mesmo, bem como a abertura de novos núcleos residenciais no Rocio, Jardim Samambaia, Vila Guarani, Primavera, São Vicente e Divinéia. Entre os anos de 1980 e 1990, a expansão urbana de Paranaguá seguiu as margens da BR 277 (Rodovia Paranaguá – Curitiba), bem como entorno da PR – 407 – Estradas das Praias, que liga Paranaguá a Praia de Leste, onde, na década de 1980, foram abertos novos loteamentos regulares e na sua maioria irregular, ao longo do trinário BR-277/Avenida Bento Munhoz da Rocha/Estrada do Matadouro. Também foi intensificada a ocupação irregular de áreas de proteção permanente, os manguezais, das margens dos rios Emboguaçu e Itiberê. (GODOY, 1998).

3.3.2 O PORTO DE PARANAGUÁ

Durante as explorações das minas de ouro, nas redondezas da baía, é que Paranaguá começa a despontar como um povoado com função portuária, com a instalação dos primeiros atracadouros na margem esquerda do rio

Itiberê, os quais vão receber os nomes de Porto Nossa Senhora do Rosário de Paranaguá e Porto de Nhá Laurinda.(MORGENSTERN, 1985).

Para Tramuja (1996), tudo na cidade girava em torno do porto, sendo este responsável pela movimentação de milhares de toneladas de carga/ano e atualmente pelo emprego de cerca de 60% da população local. Em função de sua posição geográfica o Porto de Paranaguá passa a ser uma das principais portas de acesso ao sul do Brasil, à Argentina, Uruguai e Paraguai.

Segundo Ricobom (2013) o porto sobreviveu até os dias atuais, em função de ter passado por seis ciclos ouro, tropeirismo, erva-mate, madeira, café e diversificação. Desde o século dezessete com o ciclo do ouro até os dias atuais com a diversificação o porto de Paranaguá aumenta a quantidade de produtos que passam diariamente em seus terminais.

3.3.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Moraes (1999) comenta que o crescimento natural da população, é formada por uma população que esta ligada as atividades do porto de Paranaguá, como os migrantes temporários, trabalhadores que ajudam na carga e descarga de caminhões e navios, bem como o turismo na época do verão, fez e continua fazendo com que a população aumente.

Como está sendo avaliada a área de estudo por datas definidas, buscou-se representar através do Quadro 2, a quantidade de pessoas aproximadas para cada época de que tem-se as fotografias aéreas

Quadro 02 - POPULAÇÃO URBANA E RURAL DE PARANAGUÁ - 1950-2010

ANO	POPULAÇÃO				
	Urbana		Rural		TOTAL
	Abs.	%	Abs.	%	
1950	16 376	66,47	8 262	33,53	24 638
1960	28 755	74,06	10 070	25,94	38 825
1970	52 125	83,63	10 202	16,37	62 327
1980	72 066	87,84	9 908	12,16	81 974
1991	94 689	87,93	12 986	12,07	107 675
2000	122.347	96,08	4.992	3,92	127.339
2010	135.386	96,38	5083	3,62	140.469

FONTE: IBGE (1955, p.88 ; 1960, p.3 ; 1970, p.575 ; 1982, p.26-27 ; 1997, p.531-554; 2000 e 2010, DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.SIDRA.IBGE.GOV.BR/](http://www.sidra.ibge.gov.br/))

3.3.4 INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO

O município de Paranaguá possui um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Este documento abrange o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e; drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (PARANAGUÁ, 2011).

O Plano Municipal de Saneamento Básico visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07) com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública. (PARANAGUÁ, 2011).

Os resultados, e medidas geradas em função da elaboração deste documento ainda não estavam disponíveis até a data de confecção deste trabalho.

4 MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. MATERIAIS

Nesta etapa será descrito todos os materiais que foram utilizados na elaboração dessa pesquisa, bem como aqueles referentes para a confecção do modelo digital do ambiente, ou seja, aqueles materiais utilizados no processamento dos dados, análises, nos resultados e conclusão.

4.1.2. MATERIAIS CAROGRÁFICOS

Para auxiliar na compreensão do perímetro urbano, foram utilizadas as folhas topográficas listadas abaixo:

- Folha de Shangri-lá escala 1:25.000 - SG. 22-X-D-VI-1 -NO (MI – 2859/1 NO),1999;
- Folha de Paranaguá escala 1:25.000- SG. 22-X-D-V-2 -NE (MI – 2858/2 NE), 1998;
- Folha de Alexandra escala 1:25.000- SG. 22-X-D-V-2 -NO (MI – 2858/2 NO), 1998.

As folhas topográficas foram elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG) através da Divisão de Levantamentos (1ª DL).

Os planos de informações e os mapeamentos gerados do USO E DA COBERTURA DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ, referentes aos anos de 1980, 1996 e 2009 foram cedidos pelo Prof. Dr. Arnaldo Eugenio Ricobom, elaborados na sua tese de doutorado intitulada: “Metodologia auxiliar para revisão de planos diretores municipais através da aplicação da cartografia prospectiva. Estudo de caso – Perímetro Urbano de Paranaguá”, defendida em 2012. (ver RICOBOM, 2012)

Para o mapeamento de uso e cobertura da terra para o ano de 1962 foram utilizadas as fotografias do ano 1962, escala 1:70.000, pancromáticas,

formato 23 x 23 cm, faixa 1 (5928 até 5934) e faixa 2 (5898 até 5902), tomadas pelo Instituto de Terras e Cartografia (ITC).

Os *softwares* que foram utilizados no desenvolvimento desta dissertação são:

- *Global Mapper11* - software da *Blue MarbleGeographic's*, 397 Water Street, Suite 100, Gardiner, Maine 04345 U.S.A.
- *IDRISI – Andes 15.0 e Taiga 16.0*, desenvolvidopelo Professor J.R. Eastman, *Clark Labs for Cartographic Technology and Analysis*, Clark University 950, Main Street, Worcester - MA 01610-1477 US - Aclarklabs@clarku.eduTerms of USA.
- *Windows 7Ultimate* - da empresa Microsoft.
- Conjunto de software *Microsoft Office* - 2010, da empresa Microsoft.
- *ArcMap 9.3* – parte do pacote *ArcGis* –da empresa ESRI.
- *ECognitionDeveloper 8*, versão 64 bits

Como *hardware* foi utilizado um computador da Marca HP, com Processador Intel, core 2 duo, 1.66 Ghz, memória RAM de 3 GB.

4.1.3. METODOLOGIA

Este item descreve os métodos utilizados no presente trabalho para se obter a dinâmica têmporo-espacial e socioambiental, bem como os procedimentos realizados para a elaboração da modelagem preditiva (para o ano de 2023) nas áreas cobertas por manguezais da cidade de Paranaguá.

O roteiro metodológico do presente estudo foi organizado em 13 etapas (descritas no item a seguir), com base nas sistematizações propostas por Ricobom (2012), Eastman (2006). Olmedo (2008) Batty (2000). Estes autores utilizaram da modelagem para realizarem análises, e serviram como base para a elaboração desta dissertação.

Para se obter a dinâmica temporo-espacial e socioambiental foram utilizados os procedimentos de tabulação cruzada, que consiste em comparar

dois níveis de informação em um mesmo mapa, para realizar a análise do fenômeno estudado. Aqui também foram realizadas observações de campo nas áreas de manguezais, tanto para aferições, como para identificação de aspectos socioambientais.

Para gerar o modelo preditivo, no caso probabilístico, foram utilizadas duas rotinas de análise espacial do software IDRISI Taiga, o módulo *Ca_Markove* a rotina de Automato Celular já descritas no referencial teórico dessa pesquisa.

Cabe aqui ressaltar que segundo Olmedo (2008), o módulo *Ca_Markov* que está disponível no IDRISI, favorece a análise de predição, através da geração de séries temporais, principalmente, a de mudança de uso da terra, baseadas em algoritmos da cadeia de *Markov* de segunda ordem, e, posteriormente aplicando a rotina de Autômato Celular (CA).

Segundo Ricobom (2012), através da aplicação do módulo *Ca_Markov*, do IDRISI, se obtém na prática, um trabalho que leva a obtenção de um ensaio de cartografia prospectiva.

Deste modo, a aplicação da cadeia de *Markov* de 2ª ordem vai descrever melhor a mudança do uso e cobertura da terra no tempo, na prática, vale repetir que a análise probabilística, feita pelo software IDRISI, vai resultar em uma matriz de transição de probabilidades, uma matriz de transição de áreas e um conjunto de imagens de probabilidade condicional, que serão utilizadas novamente na cadeia de Markov, para projetar o uso e a cobertura da terra para um período futuro (EASTMAN, 2006).

Assim, é importante ressaltar que, a predição se materializa em forma de uma série de mapas (um para cada categoria – classe de uso e ou cobertura) para um tempo futuro, onde o nível digital de cada pixel expressa a probabilidade deste pertencer à categoria analisada (OLMEDO, 2008).

Assim, a partir do cruzamento dos dados de categorias de uso e cobertura da terra, dos dois mapas, faz-se a análise das probabilidades da ocorrência de mudanças para as categorias de uso e cobertura da terra, entre os períodos mapeados. Esta análise probabilística é feita automaticamente

pelo software IDRISI, aplicando-se o módulo MARKOV de 2ª ordem (EASTMAN, 2006).

O IDRISI tem uma ferramenta (CA_MARKOV), que combina as duas sequências de procedimentos para simulação, e análise de predição de séries temporo-espaciais, para a mudança de uso da terra, onde o “CA” significa a técnica de modelagem através de autômatos celulares, o qual possibilita a continuidade do primeiro processamento baseadas em algoritmos da cadeia de Markov, levando em conta que além de ser calculado, a probabilidade de mudança de categoria no tempo, feita pela aplicação da cadeia de Markov, pode-se aplicar a probabilidade de mudança espacial, através da aplicação de Autômatos Celulares (CA) (RICOBOM, 2012).

Os modelos de Autômatos Celulares (CA) simulam processos de mudança, ou crescimento baseados na premissa de vizinhanças estritamente locais, onde as transições ocorrem única e simplesmente em função do que acontece nas células da vizinhança imediata de uma dada célula (BATTY, 2000).

4.1.4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será descrito as etapas dos procedimentos que foram realizados para a obtenção dos dados que serão, posteriormente, analisados.

Etapa 1: primeiramente foi realizada a coleta de material teórico, ou seja, a bibliografia pertinente à temática. A busca desse material foi realizada nas bibliotecas da Universidade Federal do Paraná, bem como pela internet, onde se obteve contato com conteúdos de outras universidades (teses, dissertações, monografias e artigos).

Etapa 2: posteriormente foram coletados os materiais cartográficos. Aqui cabe, novamente, ressaltar que foram cedidos pelo Prof Arnaldo Ricobom os arquivos digitais, no formato *.rst* do *software* IDRISI Taiga, ou seja os planos de informações intitulados: “MAPAS REAIS DO USO E DA COBERTURA DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ”, para os anos de 1980, 1996 e 2009.

Etapa 3: após a leitura iniciou-se o processo de formação de banco de dados e do modelo digital do ambiente, onde todo o material encontrado e considerado relevante para a elaboração desta dissertação foi armazenado, são eles: os levantamentos bibliográficos, as folhas topográficas, fotografias aéreas e os planos de informações acima mencionados.

Etapa 4: as folhas topográficas digitalizadas, estavam no formato *.jpg*, portanto não havia o georreferenciamento, que foi feito com o *software Global Mapper*. A malha de coordenadas que existe nas folhas topográficas, foram utilizadas como pontos de coordenadas conhecidas e assim, através do *software* atribuiu-se as coordenadas do Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) na imagem, com a inserção manual dos valores em quatro pontos de interseção da malha. O *software* através de interpolação atribuiu às imagens, como um todo, o georreferenciamento, gerando uma nova imagem no formato *.tif*. Estas imagens geradas são as folhas topográficas georreferenciadas que foram utilizadas na etapa seguinte.

Etapa 5: nesta etapa realizou-se o georreferenciamento da foto aérea do ano de 1962, utilizando o *software ArcGis*. As folhas topográficas georreferenciadas foram inseridas no *software* que em seu visualizador abre com as coordenadas que estão no arquivo. Ao inserir a fotografia aérea foi realizada a translação de imagens e a sobreposição, pois é o método de georreferenciamento disponibilizado pelo *software*, onde é permitido fazer a translação por pontos homólogos, ao identificar, por exemplo, uma interseção de rua ou outro ponto foto identificável em ambas as imagens. Foi gerado um arquivo de saída para a aerofotografia no formato *.tif*.

Etapa 6: com o auxílio do *software ECognition*, através de suas ferramentas de classificação supervisionada a fotografia georreferenciada do ano de 1962 foi classificada com a seleção de amostras. Quatro classes foram selecionadas na aerofoto: Corpos D'água, Áreas Antropizadas, Mangues e Outros tipos de Vegetação. O *ECognition*, após o processamento gerou

arquivos chamados de *shape* de cada classe pré-definida no processo de classificação supervisionada.

Etapa 7: os arquivos *shape* foram levados para o *softwareArcGis* para a edição final com a mudança de cores, e inserção de um *layout* que foi utilizado como padrão.

Etapa 8: os planos de informações de uso e cobertura da terra para os anos de 1980, 1996 e 2009, foram obtidos, como já foi mencionado anteriormente, através da tese de doutorado do Prof. Dr. Arnaldo Eugenio Ricobom. Esses planos de informações originais foram concebidos com 15 classes, e, para compatibilizar com o plano de informação de cobertura e uso da terra de 1962 gerado, optou-se, por reclassificá-los, agrupando as classes existentes em 4 categorias, ou seja, Corpos D'água, Áreas Antropizadas, Mangues e Outros tipos de Vegetação.

Etapa 9: de posse dos 4 planos de informações, acima mencionados, foi elaborada uma conferencia através do método de sobreposição de imagens no *softwareArcGis*, afim de comprovar que a área de estudo em todas as imagens eram as mesmas, e de fato foi verificado que as imagens de 1980, 1996, e 2009 possuíam a mesma área de estudo e a imagem de 1962 abrangia uma área maior do que a delimitada para esta pesquisa. Foi então recortada, neste mesmo *software*, fazendo com que o perímetro de todas as 4 imagens fosse o mesmo.

Etapa 10: com os planos de informações de uso e ocupação da terra dos anos em questão, iniciou-se uma nova fase que é a da tabulação cruzada. Aqui novamente os planos de informações foram reclassificados em apenas 2 categorias: manguezal e outros usos, com o objetivo de se obter o mapa da dinâmica temporo-espacial (1962-1980-1996-2009).

Etapa 11: com os planos de informações de uso e ocupação da terra dos anos de 1996 e 2009, com 4 categorias (obtidos na etapa 8), iniciou-se uma

nova fase que é a aplicação das rotinas *Markov* e *Automato Celular*, para a geração do mapa preditivo de uso e ocupação da terra para o ano de 2023.

A aplicação da rotina de *Markov* (*gisanalysis/change/ time serial/ Markov*) é possível quando se tem um tempo t_0 e t , no caso foi escolhido os tempos 1996 e 2009, aplicando a rotina o *software* passa a calcular automaticamente a probabilidade de mudança ou não de um estado para o estado futuro em cada classe do mapeamento. O *software* gera duas matrizes a de probabilidade de transição que mostra a probabilidade de cada uso e cobertura da terra mudar de categoria no tempo, e a de transição de áreas (espaço) que estima a quantidade de pixels que podem sofrer uma mudança para outro tipo de uso e cobertura da terra, para o próximo período de tempo previsto.

Etapa 12: ainda no *software* IDRISI foi feita a aplicação do Autômato Celular através do módulo *CA_Markov*, esta aplicação só é possível após a execução da cadeia de *Markov* de segunda ordem. Através da aplicação do algoritmo de Autômato Celular que é baseado em um filtro médio booleano 5x5 que é responsável no processo de execução dos autômatos celulares, cuja finalidade é para medir a contiguidade local (espacial) de cada classes de uso e cobertura da terra.

Etapa 13: após a aplicação de todas essas rotinas e correções, o mapa de probabilidade gerado para o ano de 2023 foi levado para o *software* ArcGis e editado para que o padrão de cores e formato fosse mantido, gerando o mapa final de predição para o ano de 2023, na escala final 1:60.000.

O fluxograma a seguir sintetiza as etapas acima descritas. (FIGURA 5)

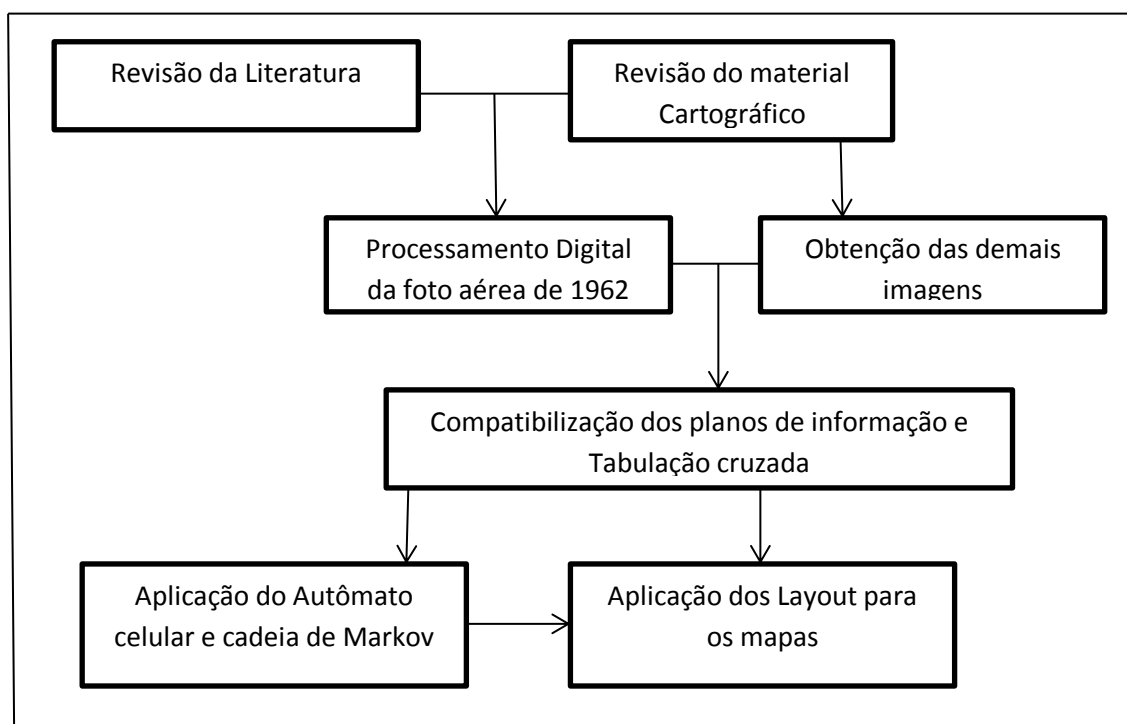


FIGURA 5 – SÍNTESE DO ROTEIRO METODOLÓGICO
FONTE: O AUTOR

5. RESULTADOS – ANÁLISES E DISCUSSÕES

Este capítulo mostra os resultados obtidos nos processos realizados nas etapas descritas anteriormente, serão apresentados os resultados cartográficos ou seja os mapas gerados, e as análises referente a estes produtos gerados.

5.1 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980,1996 E 2009 COM DUAS CATEGORIAS

As figuras (6,7,8, e 9), representam os Mapas de Uso e Ocupação da Terra do Perímetro Urbano de Paranaguá -PR para os anos de 1962, 1980, 1996 e 2009, com três categorias: mangues, outros usos e corpos d'água.

Analisando os mapas observa-se que para o ano de 1960 a ocupação dos manguezais ocorrem nas margens dos rios Emboguaçu e Itiberê. Para o ano de 1980 além dos rios já citados percebe-se áreas de ocupação próximos aos Correias e dos Almeidas.

Nos anos de 1996 e 2009 observa-se que as margens dos rios Emboguaçu, Itiberê, rios dos Correias , rio dos Almeidas continuam ocupadas, assim como contata-se que outras margens como do rio pequeno aparecem antropizadas nestes anos.

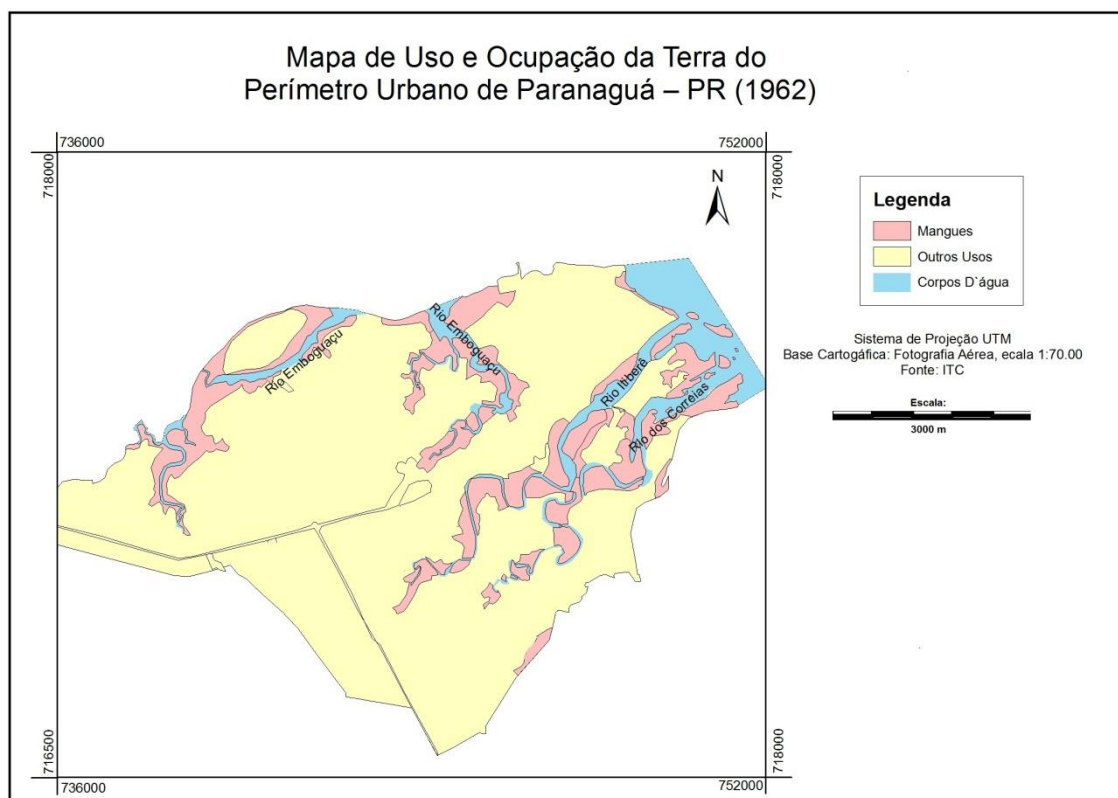


FIGURA 6 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1962).
FONTE: ITC - FOTOGRAFIAS ÁREAS, 1962

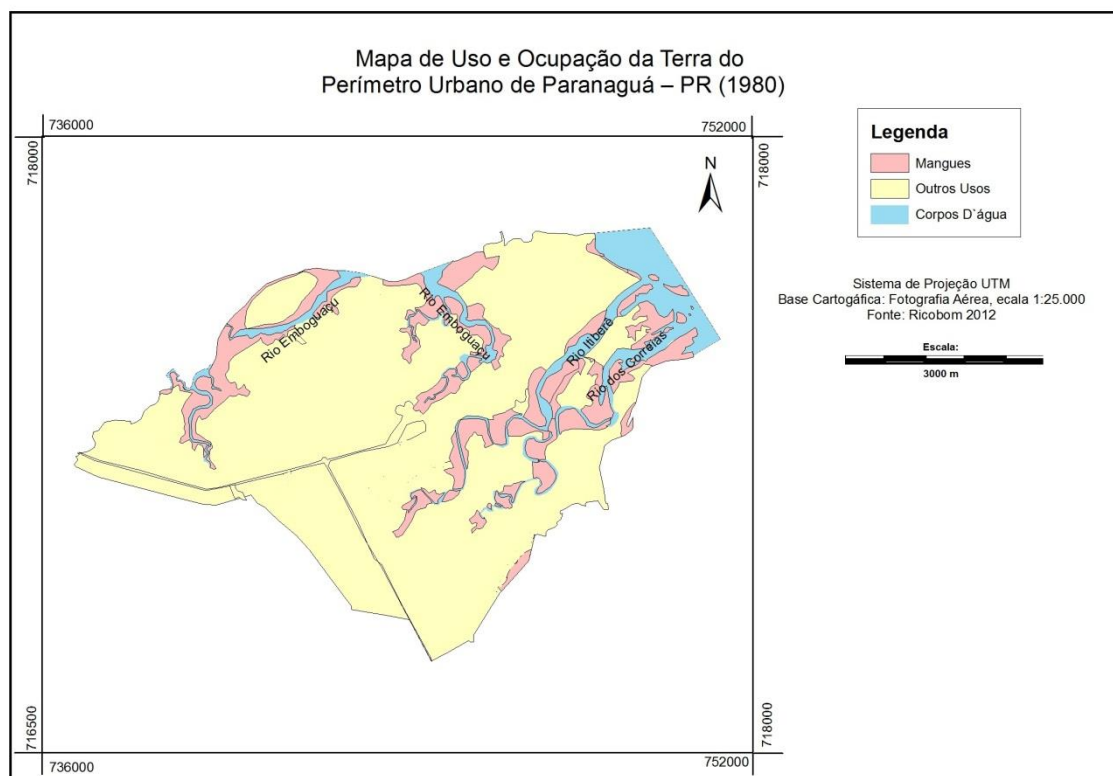


FIGURA 7 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1980).
 FONTE: RICOBOM, 2012

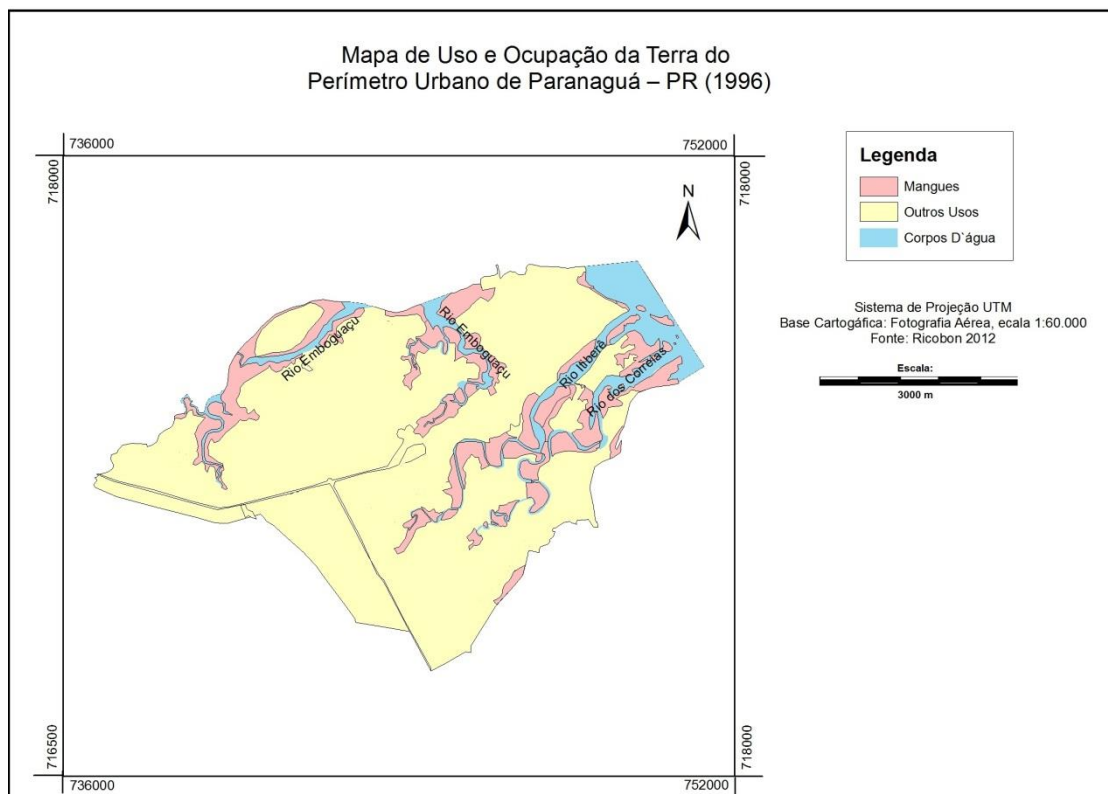


FIGURA 8 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (1996).
 FONTE: RICOBOM, 2012

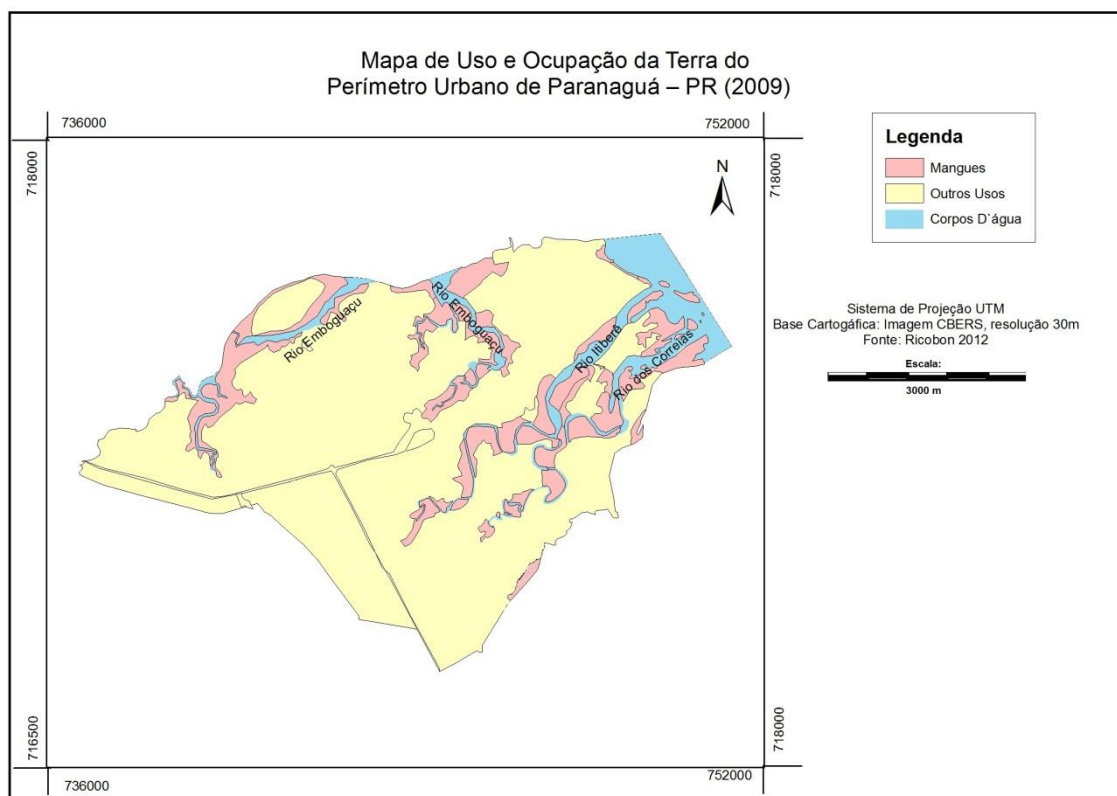


FIGURA 9 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ – PR (2009).
FONTE: RICOBOM, 2012

A tabela 1 mostra as medidas em hectares e o percentuais quanto ao manguezal e outros usos.

TABELA 1– USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ - 1962-2009

TIPOS DE USO DO SOLO	1962		1980		1996		2009	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Manguezal	1558,17	14,05	1488,21	13,42	1479,78	13,34	1478,77	13,33
Outros Usos	9529,68	85,94	9599,64	86,57	9608,07	86,65	9609,08	86,66
TOTAL	11087,86	100,00	11087,86	100,00	11087,86	100,00	11087,86	100,00

FONTE: MAPAS DOS TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ (FIGURAS 6, 7, 8 e 9)

É possível visualizar que entre o período de 1962 á 2009 houve redução da área de manguezal que passou de 14,05% do território em 1962 para 13,42% em 1980 e de 13,34% para 1996 e em 2009 o manguezal correspondia a 13,33%,houve um aumento das áreas denominadas outros usos, este fato ocorre pelo crescimento das cidades, onde áreas de manguezal são ocupadas para outros fins, retraindo sua distribuição pelo o espaço urbano.

5.2 DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL A PARTIR DOS MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980, 1996 E 2009 COM DUAS CATEGORIAS

A análise da dinâmica temporo-espacial foi obtida via *software ArcGis*, com os planos de informações: categoria uso e ocupação (1962,1980,1996 e 2009), gerando o mapa a seguir, intitulado “Dinâmica têmporo-espacial para os anos de anos de 1962 – 1980 – 1996 e 2009”. A legenda estabelecida neste mapa, adota como áreas de mangue o que existia em 1962, ou seja, a ocupação dos mangues neste ano não foi estudada e se trata da data inicial das análises.

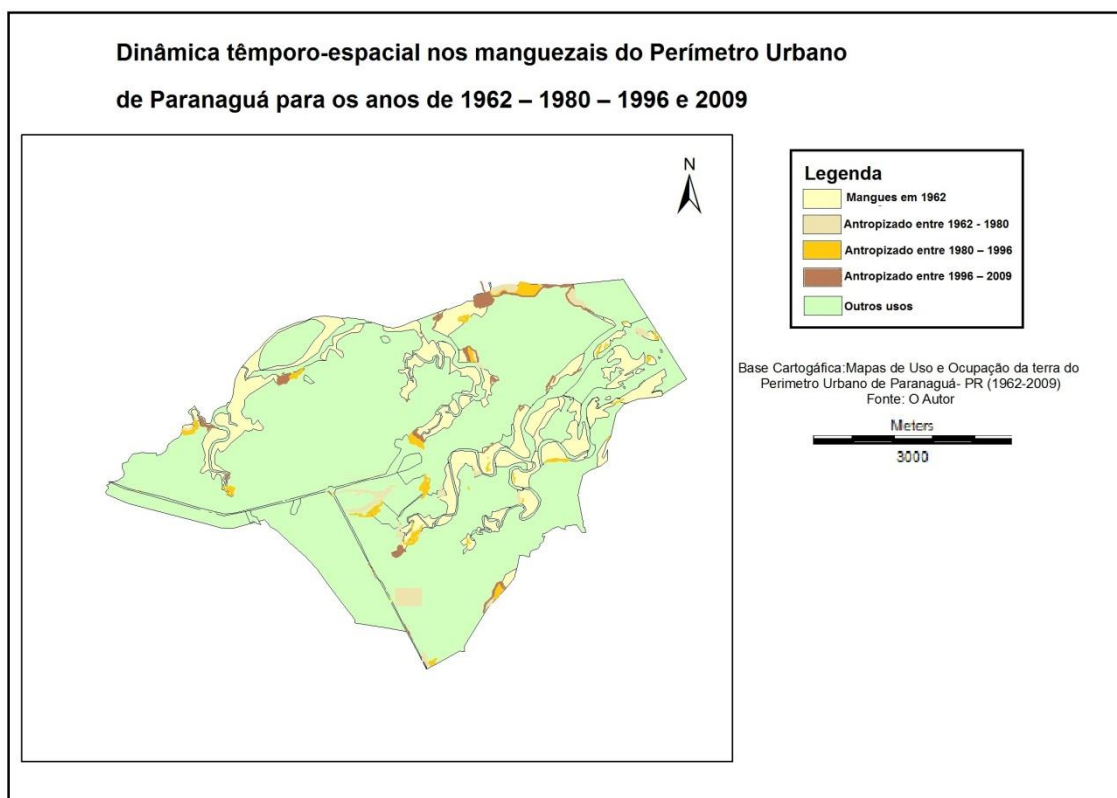


FIGURA 10 - MAPA DA DINÂMICA TÊMPORO-ESPACIAL NOS MANGUEZAIS DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ PARA OS ANOS DE 1962 – 1980 – 1996 E 2009

FONTE: FIGURAS 6, 7, 8e 9

Com o mapa em questão é possível visualizar que o crescimento da população e ocupação ocorreu prioritariamente sobre o ecossistema manguezal, sendo que se identificou que a antropização do município de Paranaguá seguiu uma tendência de expansão nas margens dos rios e das rodovias que passam pelo município, bem como em direção ao porto.

5.3 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO PARA OS ANOS DE 1962, 1980, 1996 E 2009 COM QUATRO CATEGORIAS

As figuras (11, 12, 13, 14), representam os Mapas de Uso e Ocupação da Terra do Perímetro Urbano de Paranaguá -PR para os anos de 1962, 1980, 1996 e 2009, com quatro categorias: os mangues, as áreas antropizadas, outros tipos de vegetação e os corpos d'água.

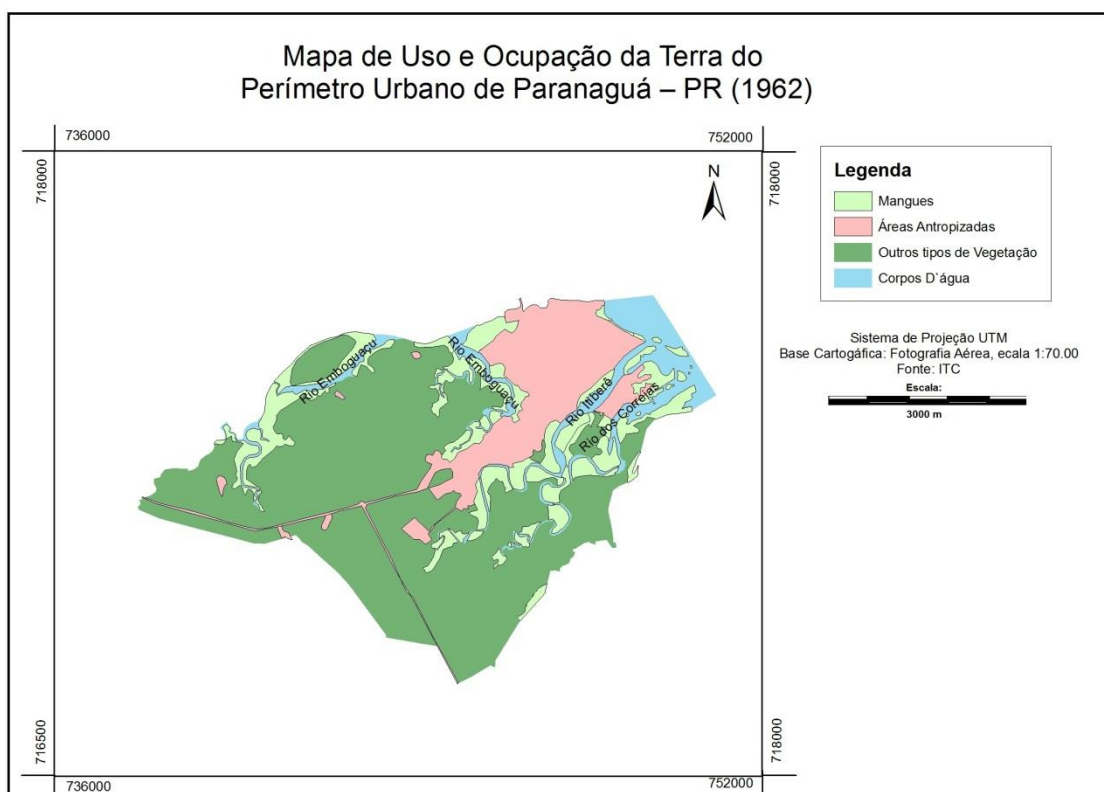


FIGURA 11 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ –PR (1962).
FONTE: ITC, FOTOGRAFIAS AÉREAS 1962

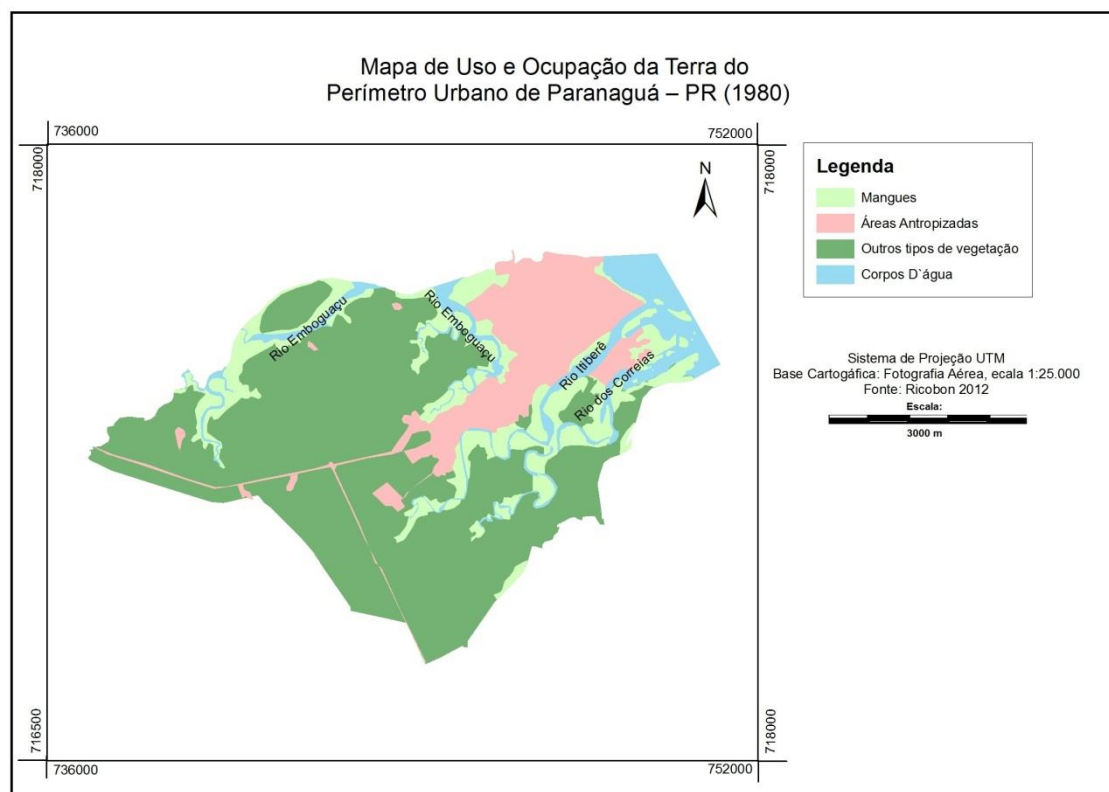


FIGURA 12 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ –PR (1980).
FONTE: RICOBOM, 2012

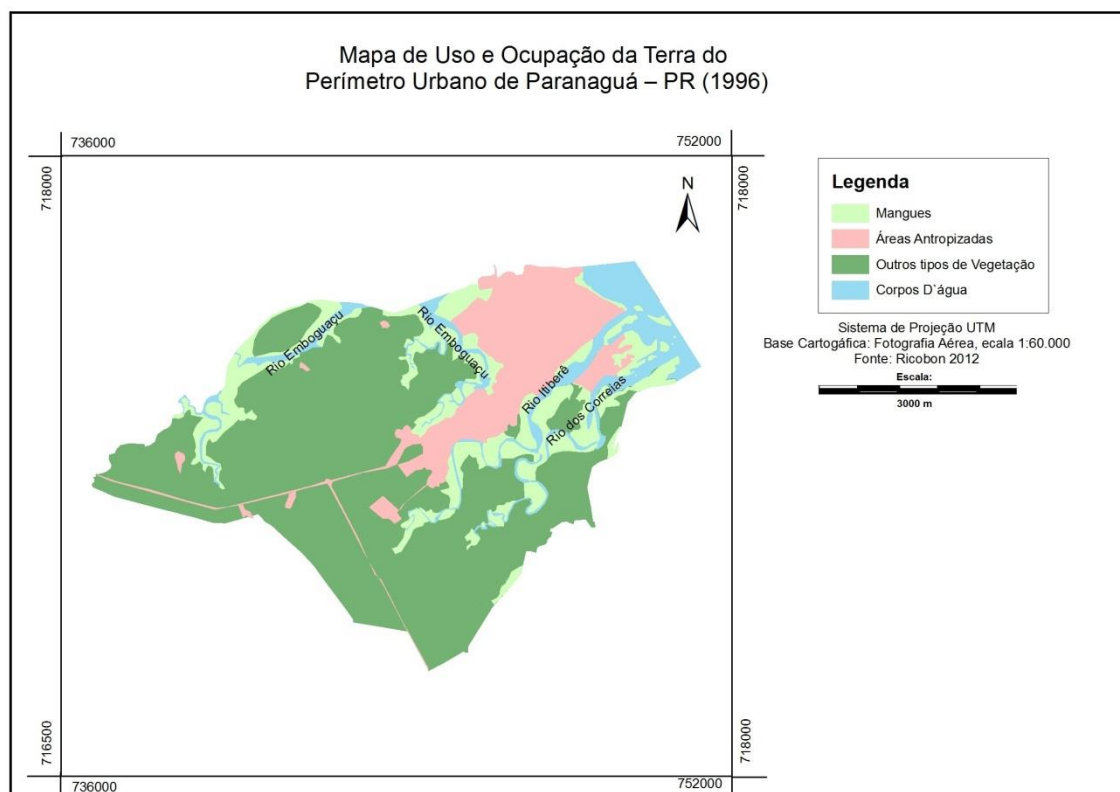


FIGURA 13 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ –PR (1996).
FORTE: RICOBOM, 2012

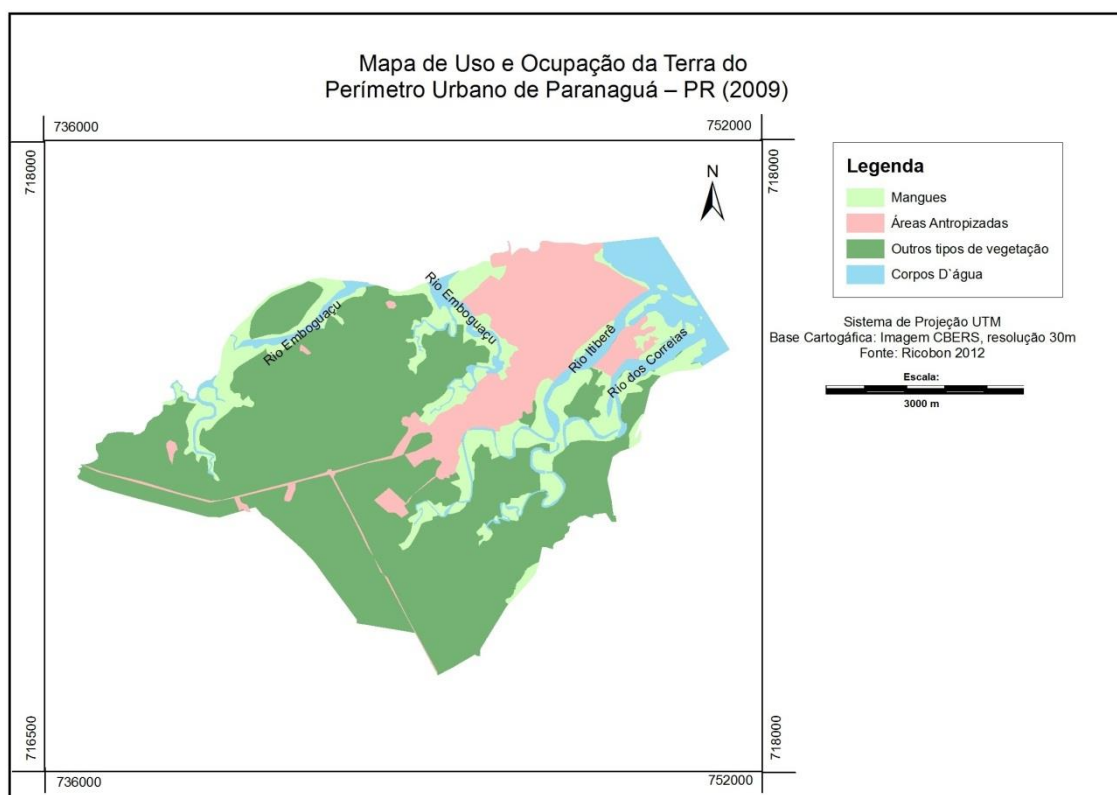


FIGURA 14 - MAPA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ –PR (2009).
FONTE: RICOBOM, 2012

TABELA 2-TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ –1962-2009

TIPOS DE USO DO SOLO	1962		1980		1996		2009	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Manguezal	1.558,17	14,05	1.488,21	13,42	1.479,78	13,34	1.482,77	13,37
Área Antropizada	3.187,31	28,74	3.232,88	29,15	3.269,25	29,48	3.285,76	29,63
Outros tipos de vegetação	5.405,66	48,75	5.432,05	48,99	5.400,67	48,70	5.380,05	48,52
Corpos D'Água	936,70	8,44	934,70	8,43	938,14	8,46	939,25	8,47
TOTAL	11.087,86	100,00	11.087,86	100,00	11.087,86	100,00	11.087,86	100,00

FONTE: MAPAS DOS TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ (1962; 1980; 1996; 2009) (MAPAS11, 12, 13, e 14)

Os mapas gerados permitiram visualizar o tipo de vegetação existente no município de Paranaguá. Em 1962 o território era ocupado por 48,75% de vegetação, já a área antropizada era de 28,74% e os manguezais 14,05% da área total do município. Com a ampliação do porto de Paranaguá em 1982 houve uma retração de 0,62% da área de mangue ou seja, passou para um total de 13,42%, este fato ocorreu devido a ocupação irregular das áreas de mangue, sendo que a população aumentou 0,41% passando a ter um total de 29,15%, assim como a expansão do porto sobre estas áreas também influenciou a retração da área de manguezal assim como incentivou a chegada de novos habitantes.

O processo descrito continuou até 1980 levando a área antropizada a 29,48% porém mais comedido, fato provável por não haver mais ampliações no porto. No entanto o crescimento que houve continuou ocorrendo em áreas de

manguezal que passaram a ser 13,34%, e sobre a vegetação que tinha 40,70% de área do município. Esta tendência foi mantida até 1996 como foi demonstrado na tabela acima.

Fica claro ao observar os mapas que a antropização ocorreu ao entorno das rodovias que levam ao município, sendo que esta expansão foi realizada tanto sobre os manguezais como em áreas de vegetação.

Estas áreas de expansão sobre ecossistemas frágeis (manguezal e restinga) demonstra a necessidade de planos e políticas públicas para ocupações urbanas, e a necessidade de aplicação das leis que visam a preservação e manutenção desses ambientes frágeis.

5.4 RESULTADO DA APLICAÇÃO DE MARKOV E AUTOMATO CELULAR

A tabela a seguir mostra a matriz de probabilidade de transição de áreas gerada automaticamente no processo cadeia de Markov, descrito anteriormente. (Tabela 3)

Classes	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Classe 1 (Mangue)	0.0086	0.9882	0.0032	0.0000
Classe 2 (Área antropizada)	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Classe 3 (Vegetação)	0.0054	0.0003	0.0000	0.9944
Classe 4 (Corpos D'Água)	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

TABELA – 3 – MATRIZ DE PROBABILIDADE DE TRANSIÇÃO DE ÁREAS

FONTE: PLANOS DE INFORMAÇÕES DOS ANOS DE 1996 e 2009.

Este quadro mostra a probabilidade de transição de áreas, ou seja no cruzamento da informações e geração de novos mapas, da área por exemplo classe 1 (mangue), ceder pixels para outra classe por exemplo classe 2(área antropizada), ou seja, indica *que oque* era mangue virou área antropizada.

Abaixo estão os planos de informações de probabilidade condicional para o ano de 2023.

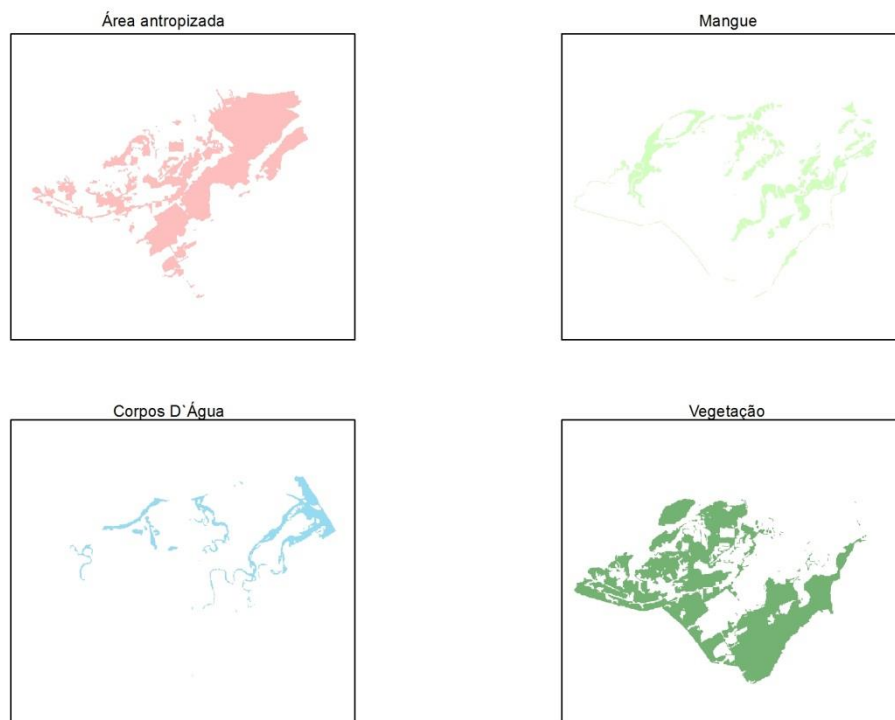


FIGURA – 15 – PROBABILIDADE CONDICIONAL PARA O ANO DE 2023
 FONTE: PLANO DE INFORMAÇÃO PARA O ANO DE 2023

A figura acima representa os planos de informações condicional para 2023, que é isoladamente a representação do avanço ou regresso de áreas, após a aplicação dos métodos descritos anteriormente, Markov e Autômato celular.

A FIGURA 16 é o mapa preditivo para o ano de 2023 após a aplicação de todo os processos comentados anteriormente.

Mapa Preditivo de Uso e Ocupação da Terra do Perímetro Urbano de Paranaguá – PR para o ano de 2023

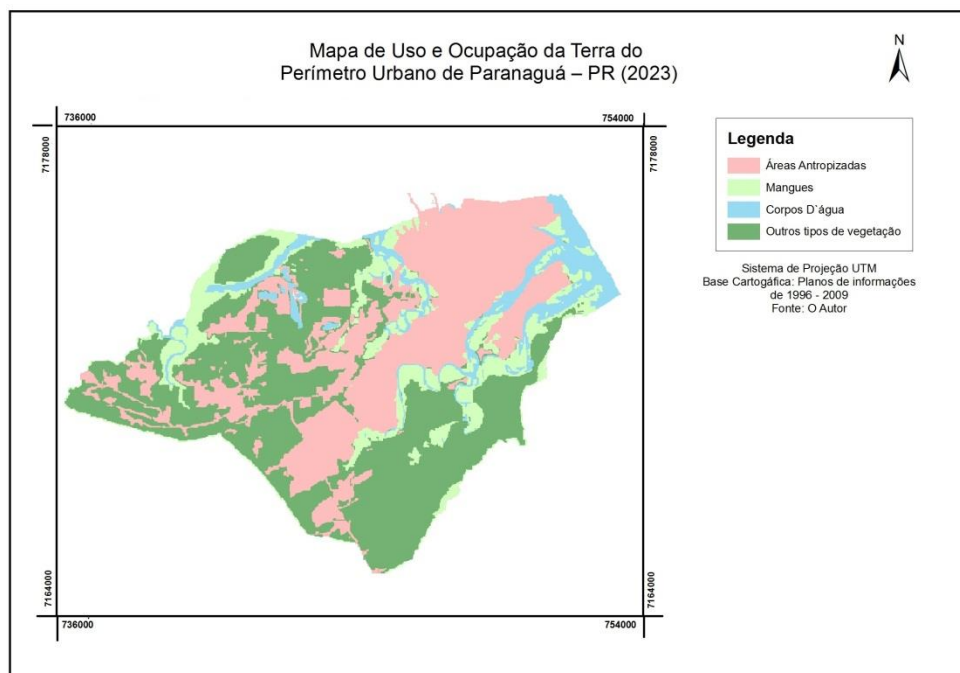


FIGURA – 16– MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ-PR(2023).

FONTE: PLANOS DE INFORMAÇÕES DOS ANOS 1996 E 2009

Após a elaboração deste mapa foram realizados cálculos das áreas, para melhor entendimento foram transformados em percentuais. Os resultados demonstram que existe a probabilidade, em 2023, da área antropizada aumentar de 29% para aproximadamente 30,3%. (TABELA 4)

Em 2009 as áreas de mangue estavam em 13,37% e é provável que em 2023 esteja em 13,27% do perímetro urbano. Ainda pode-se perceber que a área referente a outros tipos de cobertura vegetal também diminuiu de 48,5% em 2009 para 47,8% aproximadamente. Este fato também fica atribuído ao aumento da área antropizada, seja ela expansão urbana, ou áreas ligadas ao porto.

As tabelas abaixo representam o aumento ou redução das áreas classificadas em percentual, sendo a representação dos anos (1996 e 2009) que foram escolhidos como t0 e t1 respectivamente.

Classes	1996 (ha)	1996 (%)	2009 (ha)	2009 (%)	2023 (ha)	2023 (%)
Mangue	1479,78	13,34	1482,77	13,37	1471,46	13,27
Área Antropizada	3269,25	29,48	3285,77	29,63	3368,71	30,38
Outros tipos de vegetação	5400,67	48,70	5380,05	48,52	5304,87	47,84
Corpos D' Água	938,14	8,46	939252,00	8,47	942,80	8,50
Total	11087,86	100,00	11087,86	100,00	11087,86	100,00

TABELA – 4 – VARIAÇÃO DE ÁREAS DE 1996-2023

FONTE: PLANOS DE INFORMAÇÃO PARA OS ANOS DE 1996, 2009, e 2023.

Os dados desta tabela foram expressos também em forma de gráfico, que representa o aumento ou redução das áreas em estudo

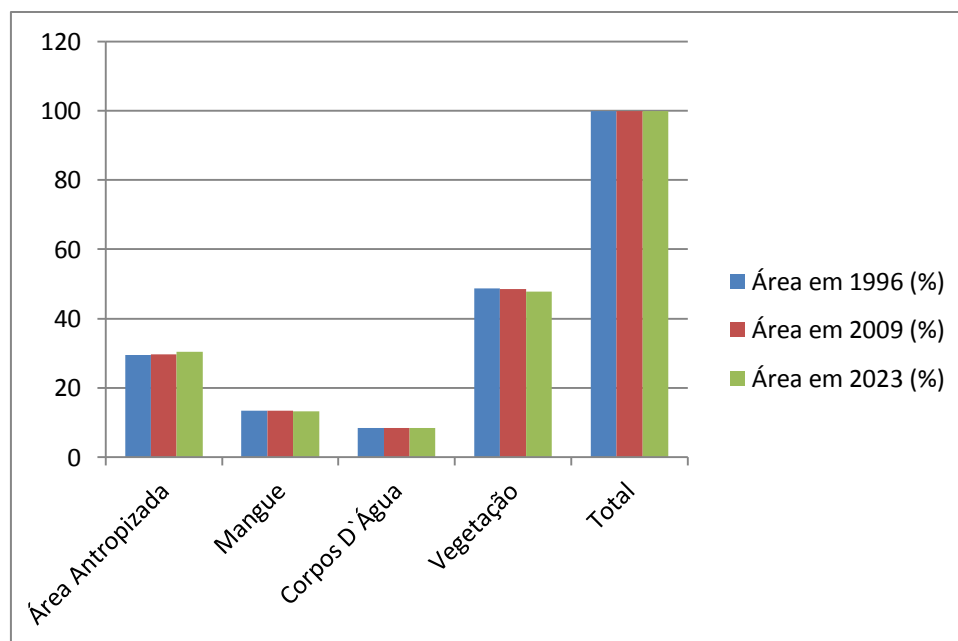


TABELA – 5– GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE ÁREAS DE 1996-2023

FONTE: PLANOS DE INFORMAÇÃO PARA OS ANOS DE 1996, 2009, e 2023.

6 CONCLUSÃO

Na área de estudo foram identificados quatro tipos de uso do solo, o manguezal, área antropizada, outros tipos de vegetação e corpos d'água, onde com os resultados obtidos foi possível concluir que aproximadamente 48% do território é coberto por algum tipo de vegetação, cerca de 30% é de área antropizada, e que cerca de 13% é mangue, isto mostra a importância do estudo pois a área de mangue corresponde a quase metade da área antropizada, ou seja é uma área fortemente presente no município e que vive em contato direto com as outras áreas e atividades da cidade, fato que com os estudos elaborados confirmam que ao passar dos anos de 1962 até 2009 os manguezais sofreram pressão das demais áreas mas principalmente das áreas antropizadas.

Com a forma de colonização ocorrida no município, de maneira exploratória, e desordenada, levou a cidade a se desenvolver em áreas que deveriam ser preservadas, como foi demonstrado nos mapas gerados.

Em posse destes dados elaborados, foi possível desenvolver as análises que confirmam que as áreas de vegetação tem perdido espaço para as áreas urbanas, e que existe uma tendência de continuidade desta troca de áreas , de vegetação para antropização.

Quanto a dinâmica temporo espacial, a análise espacial foi fundamental para a execução do trabalho e mostrou-se eficaz pois gerou-se um mapa de probabilidade que demonstra-se ser confiável, pois a tendência de supressão de área de mangue e a ampliação da área antropizada, é mantida neste mapa, e nos dados, assim como foi demonstrado em todo o trabalho, que isto ocorreu no município de Paranaguá, apesar de ser em menor quantidade, mas ocorre.

Para a Prefeitura do município uma sugestão seria maior investimento na parte de fiscalização para que se impeça a construção e ocupação de forma irregular de áreas de preservação, e uma política de redistribuição de terras, retirando as pessoas de locais onde prejudicam a dinâmica do ecossistema

manguezal, pois como a posse foi ocorrida de forma irregular estas pessoas não possuem registro da terra, e com um assentamento em área legal o invasor passaria a ser um proprietário, desta forma seriam possível programas para a recuperação de áreas degradadas.

Os trabalhos que visam discutir temas como o abordado nesta dissertação, podem e deveriam ser utilizados para a criação de novas políticas públicas de desenvolvimento sustentável, bem como para auxiliar a criação de leis como as de zoneamento ecológico econômico, delimitando as zonas de influência de áreas antropizadas, e projeção de seu crescimento, afim de estimar futuros impactos gerados pelo crescimento desordenado e aleatório que houve por muito tempo em Paranaguá, bem como em outras localidades que deveriam preservar as áreas de proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Paineis das interferências antrópicas na fachada atlântica do Brasil - litoral e retroterra imediata. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE - ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., Águas de Lindóia, 1990. **Anais...** São Paulo : ACIESP, 1990. v.4, p.1-25.

ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (ACIESP). **Glossário de Ecologia**. São Paulo, 1987. 271p.

ALMEIDA, C.; et al. Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: empirical development and estimation. **Computers, Environment and Urban Systems**, 27, pp. 481-509, 2003.

ALONGI, D.M. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.76, p.1-13, 2008.

ANDRADE, L. A.; PEGADO, C. M. A.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. **Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil**. Acta Botanica Brasílica, v. 20, n. 4, 2008.

ANGULO, Rodolfo. Manguezal como unidade dos mapas geológicos. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE - ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., Águas de Lindóia, 1990. **Anais...** São Paulo : ACIESP, 1990.

BAR-YAM, **Dynamics of Complex Systems** 1997

BLASCO, F., SAENGER, P., JANODET, E. Mangroves as indicators of coastal change. **Catena**, v.27, p.167-178, 1996.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento do Paraná, 1978.

BECKER, Berta K.; CHRISTOFOLETTI, Antonio; DAVIDOVICH, Fany R. et al. **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo : HUCITEC, 1995. 397p.

BEHLING, H., Cohen, M.C.L., Lara, R.J. Late Holocene mangrove dynamics of Marajó Island in Amazonia, northern Brazil. *Veget. Hist. Archaeobot*, v.13, p.73–80, 2004

BONHAM-CARTER, G. F. Geographic information systems for geoscientists : modeling with GIS. Ontario: **PERGAMON**, 1996 .

BURROUGH, P.A; **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Oxford University Press. 1986.

BURROUGH, P.A; McDonnell, R.A. **Principles of Geographical Information Systems**, 2nd Edition. Oxford: Oxford University Press, 1998

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A M.V.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. **Análise Espacial de dados Geográficos**, Brasília, EMBRAPA, edição (online), 2004, disponível <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acessado em 09/07/2013.

CANEPARO, S. C. **Manguezais de Paranaguá uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica – 1952-1996**. 289 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.

CANEPARO, Sony Cortese; CARNEIRO, Sonia Maria Marchiorato; CERDEIRA, Paulo et al. Espaço urbano, situações de vida e saúde na cidade de Paranaguá: relato preliminar de uma prática interdisciplinar. **Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n.3, p.35-48, 1996.

CARMO, T.M.S.; PERRONE, E.C.; FUNDÃO, D.N.; MELLO, R.M.S. & ZANOTTI-XAVIER, S. **Macrofauna de invertebrados do estuário do Rio Santa Maria da Vitória, Vitória, ES**. Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Subsídios a um gerenciamento ambiental 1994.

CINTRÓN, Gilberto; LUGO, Ariel E.; MARTINEZ, Ramon. Structural and functional properties of mangrove forests. *Missouri Botanical Garden*, 1980. p.53-66. Trabalho apresentado no Symposium signaling the completion of the flora of Panamá.

CINTRÓN, Gilberto; SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo : Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe, 1983. 109p.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO disponível em <<http://www.mma.gov.br/informma/item/9357-a-sociedade-e-o-c%C3%B3digo-florestal>> acessado em 17/05/2013

CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988 disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> acessado em 14/05/2013

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE disponível em
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE RESOLUÇÃO CONAMA nº 10, de 1 de outubro de 1993 Publicada no DOU no 209, de 3 de novembro de 1993, Seção 1, páginas 16497-16498 disponível em
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=135>>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68 disponível em
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>

DEMERS, M. N. **Fundamentals of Geographic Information Systems**. New York, USA. Ed. John Wiley & Sons, Inc., 1997

ELLISON, A.M., FARNSWORTH, E.J. Simulated sea level change alters anatomy, physiology, growth and reproduction of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.). *Oecologia*, v.112, p.435-446, 1997.

EMBRAPA - CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006.

FARIAS, Geraldo Luiz; LIMA, Marcia Cristina. **Coletânea de legislação ambiental federal estadual**. Curitiba : Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e do Meio Ambiente, 1990. 536p.

FIORILLO, C.A.P, **Fundamentos Constitucionais do Direito Ambiental Brasileiro** 2005.

FIRME Lilian Pittol : **Caracterização físico-química de solos de mangue** escola superior de agricultura Luiz Queiroz , Universidade de São Paulo Piracicaba 2003

GERRA, A.T; **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1975

GILMAN, E.L.; ELLISON, J.; DUKE, N.C.; FIELD, C. Threats to mangroves from climate change and adaptations: A review. *Aquatic Botany*, v. 89, p. 237–250, 2008.

GODOY, Amália Maria Goldberg. Os impactos sócio-ambientais na expansão do porto de Paranaguá frente à maior inserção do Brasil no mercado internacional. In: MEIO ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná : diagnóstico. Curitiba : UFPR, 1998.

HAMILTON, Lawrence S.; SNEDAKER, Samuel C. **Handbook for mangrove area management**. Honolulu : United Nations Environment Programme and East-West Center, Environment and Policy Institute, 1984. 123p.

IAPAR. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1998

IBGE. **Brasil: um visão geográfica nos anos 80**. Rio de Janeiro, 1995. 353p.

IBGE **Base cartográfica** arquivos no formato shapefile 2009

IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, 2011. index.htm, último acesso, 08/05/2013.

Instituto Manguê Vivo <<http://www.manguevivo.org.br/manguezal.html>> acesso em 19/06/2013

LANA, Paulo da Cunha. **Manguezais do Paraná: estado atual dos conhecimentos e diretrizes futuras**. In: Reunião especial da SBPC, 3, 1996. **Anais...** São Paulo : SBPC, 1996. p.167-169.

LANA, Paulo da Cunha. **As marismas da Baía de Paranaguá: características gerais, modos de apropriação e implicações para a legislação ambiental**. Revista de Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 8, p. 11-23, 2004.

LACERDA, Luiz Drude. Manguezais, florestas de beira-mar. **Ciência hoje**, São Paulo, v.3, n.13, 1984. p.64-70.

LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981 disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>

Lei Complementar de Paranaguá/PR, nº 62/2007 de 27/08/2007 disponível em <<https://www.leismunicipais.com.br/a/pr/p/paranagua/lei-complementar/2007/6/62/lei-complementar-n-62-2007-institui-o-zoneamento-de-uso-e-ocupacao-do-solo-do-municipio-de-paranagua-e-da-outras-providencias-2007-08-27.html>>

LOVELOCK, C.E., ELLISON, J. Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the Great Barrier Reef to climate change. In: Climate change and The Great Barrier Reef: A vulnerability assessment. Great Barrier Reef Marine Park Authority and ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012 1824 Australian Greenhouse Office, Australia. p. 237-269, 2007.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba : Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968.

MENEZES, Moirah Paula Machado; MEHLIG, Ulf. **Estrutura dos bosques de mangue da península de Bragança, Pará, Brasil**. Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Cienc. Nat., Dez 2009, vol.1, no.3, p.43-52. ISSN 1981-8114

MIRANDA, J. M. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: EMBRAPA, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Conselho Nacional do Meio /ambiente. Brasília Ministério do Meio Ambiente, Diário Oficial, nº 166**, Terça feira 31 de agosto de 1993, Seção 1 nº 12997 – 12998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gerenciamento Costeiro** disponível <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/a-zona-costeira-e-seus-m%C3%BAltiplos-usos/caracteristicas-da-zona-costeira>> Acesso em 12/05/2013

MOURA, A. C. M. **Contribuições Metodológicas do Geoprocessamento a Geografia**. Apostila do curso de Geoprocessamento, ICG, UFMG, 2000.

MOURA D. V. **Revista Consultor Jurídico** 24/06/2009.

MORAES, Antonio Carlos Robert de. **Os impactos da política urbana sobre a zona costeira**. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1995. 33p.

MORGENSTERN, Algacyr. **Porto de Paranaguá contribuição à história período : 1648 / 1935**. Paranaguá : Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 1985.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro : IBGE, 1979.

NOGUEIRA F. **Modelagem e Simulação - Cadeias de Markov**, 2009.

OKA-FIORI, Chisato; CANALI, Naldy E. Mapeamento geomorfológico. In: MEIO ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná : diagnóstico. Curitiba : UFPR, 1998.

OLINTO Lilian. **O Ecossistema Manguezal**. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/porta/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=409>, último acesso, 31/03/2013.

PARANÁ. **COLETÂNEA DA LEGISLAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO LITORAL PARANAENSE**., Lei nº 7389, de 12 de novembro de 1980

PARANÁ **Zoneamento Ecológico Econômico**, Instituto de Terras Cartografia e Geociências ITCG 2013 disponível em
<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=7>>

Prefeitura Municipal de Paranaguá. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Paranaguá**. Paranaguá, 1967.

PARANAGUÁ. **Prefeitura Municipal de Paranaguá – Plano Diretor -2007** Disponível em: <<http://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/portal-publico/plano-diretor>>. Acesso em: 16/01/2014.

PARANAGUÁ. **Lei Complementar nº 112, de 18 de dezembro de 2009**, Define o perímetro urbano da cidade de Paranaguá e sua compartimentação territorial. Paranaguá, 18 de dezembro de 2009

PDDI/PARANAGUÁ. **Plano diretor de desenvolvimento integrado. Volume I. Análises Temáticas e Diagnóstico** – Parte 1e 2 – Contexto Regional. UFPR/FUNPAR, 2007.

PDDI/PARANAGUÁ. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Paranaguá**. Paranaguá, 1967.

PRADA-GAMERO, R.M. **Mineralogia, fisico-química e classificação dos solos de mangue do Rio Iri no canal de Bertioga (Santos, SP)**. Piracicaba, 2001.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985 disponível em
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=21>>

RICOBOM, A. E. **Metodologia auxiliar para revisão de planos diretores municipais através da aplicação da cartografia prospectiva. Estudo de caso – perímetro urbano de Paranaguá**. 512 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F. & HATSCHBACH, G.G. **Levantamento da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba - APA de Guaratuba**. UFPR, 1996

RODERJAN, Carlos Veloso; KUNIYOSHI, Yoshiko Saito. **Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental APA - Guaraqueçaba**. Curitiba : Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1988.

SANTOS, Antonio Vieira dos. **Memória histórica da cidade de Paranaguá e seu município**. 3.ed. Paranaguá : Câmara Municipal, 1952

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo : HUCITEC, 1993. 157p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara; CINTRÓN, Gilberto. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevideo : UNESCO, 1983. 109p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezais. IN: PANITZ, Clarice Maria Neves et al, coord. **Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil: lagoas costeiras, manguezais, marismas, dunas e restingas**. [s.l, s.n.], 1994. v.7. p.128-196.

SCHATTEN, Alexander. **CellularAutomata** Tutorial. 2008. Disponível em: <<http://www.schatten.info/info/ca/ca.html>>.

SEMENIUK, V. Mangrove zonation along a non-eroding coastline in King Sound, Northwestern Australia. *Journal of Ecology*, v.68, p.789-812, 1980.

SILVA T. C.M. ; VARGAS V. J. Cadeias de Markov: Conceitos e Aplicações em Modelos de Difusão de Informação; 2009.

SOBREIRA, F. J. A. **A Lógica da Diversidade, Complexidade e Dinâmica em Assentamentos Espontâneos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003.

TENEDÓRIO, J. A.; ROCHA, J.; ENCARNÇÃO, S.; FERREIRA, J. C. **Modelos geográficos e sistemas complexos - Técnicas de geocomputação aplicadas à previsão de alterações na linha de costa**. IX Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica • USIG • Tagus Park, ESIG 2006.

TRAMUJAS, A. **Histórias de Paranaguá – dos pioneiros da Cotinga à porta do Mercosul no Brasil Meridional**. Paranaguá: Prefeitura Municipal de Paranaguá, 1996. 180 p.

VILLAÇA, F. **Dilemas do plano diretor**. In: O município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima — Cepam, Edição especial, 1999.

VILLAÇA, F.. **As ilusões do plano diretor**. Disponível em: <www.usp.br/fau/fau/galeria/paginas/index.html>. Acesso em: 17/04/ 2013.

XAVIER DE LIMA, R. **Estudos Etnobotânicos em Comunidades Continentais da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba Paraná – Brasil**. 123 p. Dissertação (Mestrado em Conservação da Natureza) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 1996.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2007.

WACHOWICZ, Ruy Christovam. **História do Paraná**. 6.ed. Curitiba : Vicentina, 1988.

WIKIPÉDIA<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:World_map_mangrove_distribution.png> acesso em 19/09/2013

WOLFRAN,
S. The statistical mechanics of cellular automata. Review of Modern Physics,
 1983. Disponível em: <http://www.stephenwolfram.com/publications/articles/ca/>.
 Acessado em 11/05/2013.

WOLFRAM S. **Articles on Cellular Automata.** Review of Modern Physics,
 1994. disponível em: <http://www.stephenwolfram.com/publications/articles/ca/>.
 Acessado em 11/05/2013.

WOOD, Charles Howard; CARVALHO, José Alberto Magno de. **Demografia da desigualdade no Brasil.** Rio de Janeiro : Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1994. 330p.

ANEXO 1

Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

XIII - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluvio marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina;

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

Art. 7º A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 2º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos VI e VII do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda.

Art. 11-A. A Zona Costeira é patrimônio nacional, nos termos do § 4º do art. 225 da Constituição Federal, devendo sua ocupação e exploração dar-se de modo ecologicamente sustentável.

II - salvaguarda da absoluta integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a eles associados, bem como da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros;

§ 6º É assegurada a regularização das atividades e empreendimentos de carcinicultura e salinas cuja ocupação e implantação tenham ocorrido antes de 22 de julho de 2008, desde que o empreendedor, pessoa física ou jurídica, comprove sua localização em apicum ou salgado e se obrigue, por termo de compromisso, a proteger a integridade dos manguezais arbustivos adjacentes.

ANEXO 2

Lei Complementar nº 112, de 18 de dezembro de 2009

Inicia-se no ponto de intersecção entre a baía de Paranaguá e a margem esquerda do Rio Ribeirão, ponto este georreferenciado no Sistema Geodésico Brasileiro, DATUM - SAD69, MC-51°W, coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 739.620,967 m e N= 7.173.436,253 m, segue pela margem esquerda do Rio Ribeirão em vários segmentos pela distância de 785,87 m até o encontro com a foz do Rio Aranguela ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 739.153,230 m e N= 7.172.889,630 m, deste ponto segue pela margem esquerda do Rio Aranguela em vários segmentos pela distância de 4.944,11 m até o encontro com a estrada que liga Alexandra à Rodovia BR 277 ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 736.338,573 m e N= 7.171.541,365 m, Segue-se pelo eixo da estrada que liga Alexandra à Rodovia BR 277 em direção à Rodovia BR 277 em vários segmentos pela distância de 650,70 m até a faixa de domínio da rodovia BR 277, ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 736.035,655 m e N= 7.171.160,016 m, Segue-se pelo limite da faixa de domínio da BR 277 no sentido Paranaguá - Curitiba em vários segmentos pela distância de 1.500,00 m até o ponto com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 737.443,210 m e N= 7.170.661,252 m nesse ponto com uma deflexão a direita perpendicular ao eixo da rodovia BR 277, percorre 300,00 m até o ponto com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 737.362,675 m e N= 7.170.372,264 m, deste ponto segue-se por um alinhamento paralelo ao eixo da rodovia BR 277 no sentido Curitiba - Paranaguá em vários segmentos pela distância de 3.528,38 m até encontrar a linha de transmissão de energia elétrica - COPEL com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 740.747,659 m e N= 7.170.011,130 m, Segue-se pelo eixo desta linha de transmissão - COPEL em vários segmentos pela distância de 6.245,51 m até encontrar a faixa de domínio da PR 407 no sentido Praia de Leste - Paranaguá em seu km 5, ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 745.385,520 m

e N= 7.166.232,888 m, Segue-se por um alinhamento paralelo a faixa de domínio da PR 407 no sentido Praia de Leste pela distância de 1.150,00 m, até o ponto com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 745.937,509 m e N= 7.165.224,023 m, deste ponto segue-se em linha reta pela distância de 2.375,35 m até encontrar o Rio dos Almeida, ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 745.513,837 m e N= 7.167.000,949 m, desse ponto segue pela margem esquerda do Rio dos Almeida em vários segmentos pela distância de 10.451,56 m até sua foz na baía de Paranaguá, ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 752.707,007 m e N= 7.173.459,688 m, deste ponto segue em linha reta pela distância de 4.049,72 m até o extremo leste do Porto de Paranaguá ponto este com coordenadas Plano Retangulares Relativas, Sistema UTM: E= 751.388,720 m e N= 7.177.288,830 m, deste ponto segue margeando a baía de Paranaguá em vários segmentos pela distância de 14.794,85 m até o ponto de intersecção entre a baía de Paranaguá e a margem esquerda do Rio Ribeirão, ponto inicial dessa descrição, fechando um polígono com a área total de 103.430.401,86 m². (PMP/Lei Complementar nº 112, de 18 de dezembro de 2009). (PARANAGUÁ, 2013)